Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación

Nuevos mapas para la diplomacia

Desafíos en un nuevo ciclo político: efectos en la Política Exterior

COMPILADO SEPARATAS

Mensajes iniciales
Los desafíos de la intersección entre diplomacia y ciencia
Desafíos de la Política exterior en el ámbito de la CTCI
Participación y liderazgo de la mujer y de las niñas en la ciencia
Transformación digital y Big Data: ejes de una transformación cultural
Derechos humanos y tecnologías emergentes: Neuroderechos e Inteligencia artificial
Capital humano avanzado: una inversión de futuro
Innovación y emprendimiento en CTCI: un nuevo ciclo de oportunidades
Comunicación y ciencia: una contribución a la apropiación social de la CTCI
Miradas prospectivas para una CTCI de futuro

Academia Diplomática de Chile

La Academia Diplomática de Chile (ACADE), al iniciar un nuevo ciclo de política exterior reafirma la prioridad del conocimiento científico y a la innovación tecnológica como factores que estimulan procesos transformadores- sociales y culturales. En este contexto, ha creado un espacio donde encontrarán una secuencia de separatas temáticas, las que incluyen las colaboraciones de reconocidos especialistas, académicos y diplomáticos.

Cada una de estas secciones abordará temas que requieren especial atención, y pueden ser objeto de iniciativas y acciones concretas. Es posible que ellas conduzcan a nuevas formas de diplomacia.

Este ciclo se iniciará con una presentación de la Directora de la ACADE, Emb. María del Carmen Domínguez, seguido de mensajes introductorios de diversos actores y autoridades nacionales e internacionales vinculados al ecosistema de ciencia, conocimiento, tecnología e innovación (CTCI).

Las separatas abordarán las siguientes áreas temáticas:

- Mensajes iniciales.
- Los desafíos de la intersección entre diplomacia y ciencia.
- Desafíos de la Política exterior en el ámbito de la ciencia, el conocimiento, la tecnología y la innovación.
- Participación y liderazgo de la mujer y las niñas en la ciencia.
- Transformación digital y Big Data: ejes de una transformación cultural.
- Inteligencia artificial, Neuroderechos: derechos humanos y tecnologías emergentes.
- Capital humano avanzado: una inversión de futuro.
- Innovación y emprendimiento en ciencia, conocimiento, tecnología e innovación: un nuevo ciclo de oportunidades
- Comunicación y ciencia: una contribución a la apropiación social.
- Miradas prospectivas para una ciencia, conocimiento, tecnología e innovación de futuro.

Nota:
Los textos y artículos, contenidos en la secuencia de Separatas Temáticas, son producto del generoso y desinteresado aporte intelectual, reflexivo y analítico de sus autoras y autores.

Esos contenidos no reflejan el pensamiento ni comprometen a la Academia Diplomática o al Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile.

Índice

PRÓLOGO
Flavio Salazar Onfray.....13

PRESENTACIÓN
Emb. María del Carmen Domínguez.....16

NOTA INTRODUCTORIA
Emb. Pedro Oyarce.....19

SEPARATA I.
MENSAJES INICIALES

"Science, technology and innovation are changing the world":
international cooperation to address global challenges.
Mathias Cormann.....24

La diplomacia científica: una nueva dimensión de la Política Exterior.
Dorotea López Giral
Alberto Van Klaveren.....26

"Science diplomacy is part of UNESCO's DNA"
Shamila Nair-Bedouelle.....32

Diplomacia para el desarrollo productivo
José Miguel Benavente.....36

SEPARATA II.
LOS DESAFÍOS DE LA INTERSECCIÓN ENTRE DIPLOMACIA Y CIENCIA

Nota Introductoria.
Emb. Pedro Oyarce.....43

Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación en Chile:
problemas complejos, miradas transdisciplinarias.
Carolina Gainza.....45

El horizonte invisible de la ciencia.
Giovannina Sutherland.....50

Science, diplomacy and science diplomacy
Sir Peter Gluckman.
Vaughan Turekian, Ph.D.....54

Nuevos rumbos para la diplomacia científica
Pedro Ivo Ferraz da Silva.....65

Diplomacia Científica para la integración regional
Pedro Figueroa.....89

La paradiplomacia científica logra el acceso preferente,
prioritario y temprano a vacunas contra el COVID-19.
Dr. Alexis Kalergis.
Dr. Pablo González.
Tomás Rivero.....105

SEPARATA III.
DESAFÍOS DE LA POLÍTICA EXTERIOR EN CIENCIA, TECNOLOGIA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN.

Nota Introductoria
Emb. Pedro Oyarce.....112

Desafíos de la política exterior en el ámbito de la ciencia,
la tecnología, el conocimiento y la innovación.
Equipo de la División de Ciencias, Energía, Educación, Innovación y Astronomía.....116

SEPARATA IV.
PARTICIPACIÓN Y LIDERAZGO DE LA MUJER Y DE LAS NIÑAS
EN CIENCIA, TECNOLOGIA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN.

Ciencia, conocimiento, tecnología e innovación:
la implementación de una Política Exterior Feminista.
Una mirada desde la Academia Diplomática de Chile.
Emb. María del Carmen Domínguez.....132

Ciencia, conocimiento, tecnología e innovación:
la implementación de una Política Exterior Feminista.
Una mirada institucional desde la Cancillería.
Camila Ortiz Miranda.....134

Nota Introductoria
Emb. Pedro Oyarce.....136

Política Exterior Feminista: STEM con enfoque de género.
María Noel Vaeza, María Inés Salamanca y equipo de ONU Mujeres.....140

Las mujeres y la educación en ciencias, ingeniería,
tecnología y matemáticas: desafíos para alcanzar
la igualdad de género y la Agenda 2030.
Diana Rodríguez Wong
Carolina Muñoz Rojas.....151

Igualdad de género en el mundo digital:
enfrentando las brechas y abriendo oportunidades para
el pleno goce de los derechos económicos de las mujeres.
Departamento de Relaciones Internacionales,
Ministerio de la Mujer y Equidad de Género.....168

Igualdad de Género: un compromiso desde el Ministerio
de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación.
Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación.....178

Mujer, ciencia y emprendimiento: experiencias desde la biotecnología.
Pamela Chavez Crooker.....180

TREMENDAS: las niñas como protagonistas de la transformación social.
Julieta Martínez Oyarzún, Colaboradoras y Equipo de Tremendas.....187

SEPARATA V.
TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y BIG DATA: EJES DE
UNA TRANSFORMACIÓN CULTURAL.

Nota Introductoria
Emb. Pedro Oyarce.....194

Chile como Hub Digital
Claudio Araya San Martin.....199

Un sistema robusto de infraestructuras críticas para la era de los datos:
recurso humano para la investigación, capacidades de supercómputo
y conexión internacional.
Alejandro Maass.
Ginés Guerrero
Jaime San Martin
Florencio Utreras.....202

Desarrollo de infraestructura habilitante.
Sebastián Ríos
Claudio Estévez
Cesar Azurdia,
Jorge Sandoval
Eliecer Peña-Ancavil
Jorge Silva
Sandra Céspedes.....221

Desde la Inteligencia Artificial al Metaverso: nuevas dimensiones
y desafíos para la diplomacia y las relaciones internacionales.
Catalina Vera.
Hugo Morales.....236

Chile ante la Economía Digital: mejorando el acceso
de las empresas de menor tamaño a los beneficios
del comercio internacional.
Nicolás Schubert.....246

Ciberseguridad y Relaciones Internacionales: Interdependencia
y Cooperación en la Era Digital
Verónica Barrios
Carolina Sancho.....267

SEPARATA VI.
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y NEURODERECHOS:
DERECHOS HUMANOS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES.

Nota Introductoria.
Emb. Pedro Oyarce.....279

Algunas consideraciones acerca de la Inteligencia Artificial y la ética.
Dr. Ramón López de Mantarás.....284

Ciberdiplomacia, neuroderechos y control social.
Lorena Donoso.....290

UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence
as a reflection of global cooperation in diplomacy, science,
technology and policy.
Gabriela Ramos.....309

Transformación del Estado e Innovación Pública al servicio de las personas
Román Yosif.....334

Ética e Inteligencia Artificial
Maria Florencia Attademo-Hirt.....345

SEPARATA VII.
CAPITAL HUMANO AVANZADO: UNA INVERSIÓN DE FUTURO.

Nota Introductoria
Emb. Pedro Oyarce.....356

Impulsando la formación de capital humano en Chile:
Gobernanza, internacionalización e implementación
de la Estrategia de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo.....361

Internacionalización en universidades chilenas: un proceso en construcción.
Anoek Van der Berg
Paulina Latorre Bahamondez
Rosario Diaz Domínguez
Natalia Vargas Palacios
Sergio Leiva Poveda
Fernando Olmos Galleguillos.....372

Formación de capital humano avanzado en Chile:
trayectorias hacia el postgrado y perspectivas de retribución
Rodrigo Torres.....389

Capacidades de las universidades chilenas: una dimensión territorial
Andrea Rodríguez
Marcela Angulo
Pablo Catalán.....407

SEPARATA VIII.
INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN: UN NUEVO CICLO DE OPORTUNIDADES.

Nota Introductoria.
Emb. Pedro Oyarce.....425

Chile: generador de un ecosistema de emprendimiento e innovación.
Equipo Start-Up Chile de Corfo.....431

Importancia de la transferencia tecnológica en el desarrollo
inclusivo y sostenible: desafíos para Chile.
Varinka Farren
Fernando Venegas
Francisco Rodríguez.....441

La Inversión Extranjera Directa como motor de la transformación digital en Chile.
Beatriz Herrera
Vanessa Severin
Juan Pablo Candia.....458

Desarrollo de la propiedad intelectual e industrial
y su impacto en Chile: el rol del Instituto Nacional
de Propiedad Industrial (INAPI).
Loreto Bresky
María José García
Sergio Escudero.....466

Reflexiones sobre el propósito y rol de la
Investigación Orientada por Misión (IOM) en Chile.
Carlos Ladrix.....480

SEPARATA IX
COMUNICACIÓN Y CIENCIA: UNA CONTRIBUCIÓN A LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO Y DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

Nota Introductoria.
Emb. Pedro Oyarce.....490

Encontrarnos desde el conocimiento: comunicación para la diplomacia en ciencia
Nelida Pohl.
Nicolás Luco.....496

Chile en el siglo de la ciencia.
José Maza Sancho.....523

Comunicar el conocimiento para acercarlo a la ciudadanía.
Pedro Bouchon.....528

Hacia una estrategia nacional de la comunicación de la ciencia en Chile.
Bernardita Skinner
Elias Barticevic.....538

SEPARATA X
MIRADAS PROSPECTIVAS PARA CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS E INNOVACIONES TECNOLOGICAS DE FUTURO.

Nota Introductoria.
Emb. Pedro Oyarce.....546

Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
desde la prospectiva: una estrategia para el Chile del futuro.
Desafíos en un nuevo ciclo de política exterior.
Paula Solar
Sergio Bitar
Andres Palma.....551

Regreso al futuro: la diplomacia chilena frente a los desafíos globales del siglo 21.
Gonzalo Arenas.....565

Panorama estilizado y nuevos lineamientos en materia de
ciencia, tecnología e innovación (CTI) en América Latina y el Caribe.
Equipo de la Comisión Económica de Naciones Unidas
para América Latina y el Caribe (CEPAL).....583

Transformation Change in Chile
Mariana Mazzucato.....603

Prólogo

Flavio Salazar Onfray[1]

Atravesamos momentos históricos y turbulentos a nivel global. Expertos de todas las latitudes trabajan de manera transdisciplinaria para enfrentar enormes desafíos relacionados con la pandemia, la salud, el medioambiente, el cambio climático, la crisis social y económica. En este contexto de amenazas e incertidumbre, necesitamos ser capaces de ver más allá del actual escenario y comprender la importancia de proyectar el papel que las ciencias, las humanidades, la creación artística y la innovación deben tener para el sustento de políticas sólidas en la construcción del futuro.

Si bien hoy a nivel nacional, resulta imprescindible generar acciones de corto plazo que alivien la angustia de miles de chilenas y chilenos, también se requiere implementar una transformación de las bases estructurales del sistema y el diseño de un proyecto país más inclusivo, donde los acuerdos que logre la Convención Constituyente y los contenidos de la nueva Constitución jueguen un rol fundamental.

La ciencia, la tecnología, el conocimiento y la cultura no son lujos de países ricos. De hecho, constituyen la base para cualquier proyecto de transición desde un modelo extractivista a una sociedad integralmente avanzada, basada en el conocimiento que apunte a la sustentabilidad. En este sentido, la artificial contradicción entre crecimiento económico y derechos sociales se puede resolver modificando la matriz productiva del país con un proyecto de largo plazo, que otorgue a las instituciones públicas, a la sociedad y a los ciudadanos un papel en la construcción de su futuro, más allá de su solo interés particular.

Avanzar en esta dirección requiere necesariamente un fortalecimiento de las instituciones públicas, inspiradora de grandes proyectos y programas de desarrollo de interés nacional, articulados desde el Estado, con participación de la academia y del sector productivo, público y privado. De esta forma, se pueden alinear las potencialidades que se encuentran dispersas en organismos públicos y empresas privadas y enfocarlas en un proyecto de desarrollo común, que responda a las necesidades del país, aprovechando recursos humanos, ventajas naturales y fomentando la cooperación internacional.

Hasta ahora, el sistema de ciencia y tecnología ha jugado un rol secundario en Chile. La promoción exacerbada de la competencia entre instituciones e individuos - con un rol meramente asignador de recursos por parte de las instituciones del Estado- ha generado un crecimiento marginal y muy poco impacto fuera de la academia. Como resultado se observa concentración de recursos en pocos individuos, centralización y

[1] Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

ausencia de inversión privada y una gran capa de jóvenes investigadores que no logran inserción en un medio que no crece.

Es por esto que, como ministerio nos pusimos la misión de articular y orientar estratégicamente, desde la estructura pública, la generación de conocimiento, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en todo el sistema de generación y transmisión de conocimiento. Ello permitirá incentivar las transformaciones necesarias para un nuevo modelo de desarrollo sustentable, promoviendo la democratización de los conocimientos, la equidad de género, la transdisciplina, la inclusión, la cooperación público-privada, la descentralización territorial, el cuidado del medio ambiente y de las comunidades.

Para llevar a cabo esta gran tarea, hemos definido como objetivo estratégico impulsar y avanzar hacia una soberanía nacional de capacidades científico-tecnológicas en áreas prioritarias del país, mediante el direccionamiento y articulación de iniciativas público-privadas impulsadas desde el Estado, a partir de las cuales posicionarnos en la colaboración internacional e inserción global requerida para materializar estos proyectos.

La Politica Exterior, desde nuestras singularidades y perspectivas, contribuye a analizar los impactos de la adopción de las nuevas tecnologías, como por ejemplo la inteligencia artificial y el internet de las cosas. Estas nuevas realidades nos plantean desafíos éticos, políticos, jurídicos y culturales, incentivando la construcción de una visión que fortalezca nuestra participación internacional. Es allí donde la diplomacia, a través de las relaciones bilaterales y, especialmente, en las instancias multilaterales debe ser también actor y agente en la concreción de nuestras definiciones político-estratégicas.

En este contexto, una de las primeras iniciativas que impulsaremos es el Programa de Desarrollo para la Producción Local de Vacunas y Biofármacos que busca reinsertar a Chile en la cadena internacional de producción de vacunas y otros biofármacos, avanzar en la soberanía sanitaria de la región y desarrollar un polo biotecnológico. La segunda gran iniciativa en carpeta es el Programa de Desarrollo Regional para la Investigación Aeroespacial, que fortalezca el Programa Nacional Aeroespacial articulado desde la Comisión Asesora Presidencial interministerial, cuyo objetivo es generar una articulación en el hemisferio sur que contribuya a la observación territorial y a la acumulación y análisis de datos con impacto en el cambio climático, la crisis hídrica, los desastres naturales y la comunicación territorial.

Los desarrollos de estas áreas constituyen la primera piedra de una estrategia que contribuya a diversificar la matriz productiva del país y establecer las bases de una cooperación internacional multilateral para la inserción de Chile en las dinámicas de desarrollo global.

Nuestras relaciones académicas, económicas y políticas con la Unión Europea y con los Estados Unidos de América han permitido construir un polo de cooperación que se

puede concretar en programas conjuntos y asociaciones público-privadas internacionales, que apunten, a la vez, a una integración regional con el resto de Latinoamérica. De esta manera, se responde a una de las preocupaciones prioritarias de la Politica Exterior.

También, proyectos relacionados, por ejemplo, con promover la instalación de empresas internacionales provenientes de China para construir plantas de envasado de vacunas en Chile, donde se está desarrollando un trabajo conjunto entre la empresa farmacéutica SINOVAC y la Pontificia Universidad Católica de Chile, y las relaciones con países de la APEC - particularmente con Australia y Nueva Zelanda- en temas como las energías verdes, la gobernanza de datos y la integración de las culturas ancestrales,

permiten amplificar las relaciones en una zona geográfica de gran impacto y dinamismo, como es el Asia-Pacifico. Adicionalmente, está la necesidad de coordinación regional con nuestros países vecinos que nos transforme en la puerta de entrada de inversiones a la región.

En todos los proyectos mencionados existe la intención de integrar capacidades y coordinar investigación conjunta, con Brasil y México, en el caso de las vacunas, y con Argentina y los países de la Cuenca del Pacífico, en el caso de la investigación aeroespacial. De esta forma. la ciencia contribuye a la integración de los países, al fomento de la confianza y a una armonía regional, la cual permitirá avanzar coordinadamente a un desarrollo sustentable, democrático y de bienestar.

Apreciamos las acciones de la Academia Diplomática de Chile (ACADE) para fortalecer el dialogo entre ciencia y sociedad: asumirlo, democratizarlo y proyectarlo y así facilitar la concreción de un nuevo ciclo político para el cual debemos estar preparados. Confiamos que los artículos de esta publicación sean un aporte a estos grandes desafíos transformadores.

Presentación

Emb. María del Carmen Domínguez[2].

Los contenidos de estos artículos identifican ámbitos que facilitan la comprensión de lo relevante que es la relación entre ciencia y diplomacia, en particular las responsabilidades que estas comparten en términos de una ética planetaria, necesaria para la gobernabilidad mundial. Ello se ha evidenciado en un conjunto de mega tendencias, particularmente, en los casos del cambio climático y de la coyuntura sanitaria del COVID-19. En este espacio, debemos situar la interrelación de ciencia y diplomacia.

La idea de preparar este conjunto de separatas responde a la necesidad de asumir que la fuerza transformadora de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación (CTCI) está en la base de cambios estructurales de una sociedad y cómo ello debería materializarse en nuevas formas de hacer diplomacia.

De esta manera, se evidencia la dimensión internacional de un conjunto de temas de CTCI, que deben ser parte de una visión moderna de la diplomacia. Esto demanda entender el alcance de la participación de múltiples actores y poderes del ecosistema de CTCI, que algunos analistas lo vinculan a una noción de "paradiplomacia".

La dimensión internacional también debe fomentar el conocimiento y la curiosidad científica para comprender el mundo físico y social, generando redes y políticas que incentiven la inter y transdisciplina, la diversidad temática y las realidades desde el territorio, en la cual los investigadores e investigadoras participen de la trayectoria internacional de la ciencia y del conocimiento.

La evolución de las sociedades, la explosión del conocimiento y de las redes genera una nueva geopolítica, donde el acceso, disponibilidad y confiabilidad de los datos es estratégico. Habitamos un mundo donde lo real y lo virtual se encuentran imbricados, con los efectos que ello tiene en los equilibrios de poder.

Aparece una nueva "cosmovisión digitalizada", que convoca a principios éticos y a regulaciones, tanto nacionales como globales. Esta es una tarea para la diplomacia, sustentada en el conocimiento, donde es necesario también reflexionar en torno a los derechos humanos y a las tecnologías emergentes.

Los artículos de estas separatas temáticas se inscriben en el esfuerzo de análisis que estimule el vínculo entre CTCI y diplomacia. Las materias abordadas tienen su propia especificidad y no se entrega necesariamente un enfoque integrado. Pero sí, se busca establecer focos que iluminen una mejor comprensión de la acción de la

[2] Directora de la Academia Diplomática de Chile.

diplomacia científica en un nuevo ciclo de política exterior.

En este contexto, la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación orientan diversas formas de relacionamiento entre la sociedad y la ciencia, donde democratizar el acceso es fundamental. Se abre un espacio para la intervención de numerosos actores del ecosistema nacional y global de CTCI, en que la diplomacia puede contribuir, de manera determinante, a posicionarlos en las redes globales.

Surgen renovadas líneas y espacios de desarrollo para fomentar la innovación y el emprendimiento con impacto local y proyección global. La CTCI puede estar en la base de la creación de nuevos productos y/o servicios de alto valor agregado, avanzando hacia una "sociedad del conocimiento": biomedicina, biotecnología, desarrollo de nuevas energías renovables, ciudades sostenibles e inclusivas.

Es fundamental incorporar en los ecosistemas de CTCI la inclusividad, la participación efectiva y la equidad, para superar brechas y desigualdades. Emergen con fuerza desafíos para avanzar a una transversalización del enfoque de género en los más diversos temas de la agenda internacional y afirmar la participación real de la mujer y de las niñas en ciencia y diplomacia. El desafío es consolidar una política exterior feminista, que implique profundos cambios institucionales, organizacionales y culturales, donde las demandas desde el ámbito de la ciencia son reales.

Por otra parte, comunicar la ciencia crea entendimiento mutuo entre los investigadores, investigadoras y quienes trabajan en las áreas de las relaciones internacionales. De esta manera, se contribuye a la legitimidad de las decisiones políticas con impacto en los temas científicos. La ciencia tiene un componente internacional robusto y la evidencia científica es la base de decisiones relevantes para los procesos sociales. De allí surge, también, la responsabilidad de los agentes diplomáticos de contribuir a posicionar la comunidad científica nacional a nivel global.

La educación y la formación de capital humano avanzado es también una inversión-país, fundamental para entregar capacidades efectivas al ecosistema nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación. Aquí, la intervención de la diplomacia puede ser determinante para construir esquemas de cooperación con instituciones y/o redes donde se efectúe investigación, desarrollo e innovación de frontera.

Por último, el tema de la ciencia y del conocimiento implica descubrir el hoy y el mañana, convocando a las sociedades en toda su diversidad. Esta secuencia de artículos concluye con una dimensión prospectiva. Necesitamos construir escenarios sobre áreas y temas, diseñar e implementar políticas de resiliencia y de adaptación frente a la incertidumbre y al cambio.

Esta compilación de artículos presenta los impactos en la diplomacia de una realidad digitalizada, una conectividad significativa,

acelerada por la presente coyuntura sanitaria. El ecosistema de CTCI se refleja, además, en las matrices productivas nacionales ("Industria 4.0", metaverso, generaciones de vanguardia en redes móviles), en el relacionamiento social y en los desafíos de la función del Estado en estas realidades, que apuntan a una intervención en temas que impactan el desarrollo. A partir de las experiencias de la crisis sanitaria, la producción de vacunas es uno de los desafíos que exige un análisis prioritario. Aquí, en estas reflexiones, se advierte que Chile está abierto a avanzar hacia una mayor vinculación entre la ciencia y la diplomacia, a gran velocidad: una "diplomacia científica".

Los artículos de este ciclo convocan a asumir las transformaciones que plantea la ciencia y el conocimiento, y cómo la política exterior debe estar en el centro del posicionamiento de Chile en temas que definen nuevos mapas para la diplomacia. Estos deben incorporar las realidades de las personas, sus identidades y diversidades: una ciencia cercana a la sociedad. Ello debe expresarse en acciones concretas, donde la evidencia científica sustente, sostenidamente, las decisiones y definiciones políticas.

El objetivo central de este ejercicio es estimular el dialogo entre ciencia y diplomacia. Ello va más allá de integrar científicos a las labores diplomáticas, tomar decisiones basadas en evidencia científica o, simplemente, promover la cooperación en este ámbito. Esa aproximación debe integrar el paradigma de la diplomacia del siglo 21.

Para la ACADE, la relación entre ciencia y diplomacia debe entenderse como un continuo, que va desde la formación de los futuros diplomáticos hasta la incorporación de la ciencia en los procesos negociadores políticos y en la implementación de una agenda internacional activa que proyecte la comunidad científica y el emprendimiento nacional hacia la comunidad global, vinculando a la diáspora científica nacional a las realidades y desafíos del nuevo ciclo político de Chile.

Agradecimientos.

La ACADE agradece a quienes, con generosidad, han colaborado con esta publicación. Desde diferentes posiciones, han estimulado el dialogo entre ciencia y sociedad, en particular, cuando enfrentamos realidades donde la evidencia cientifica, crecientemente, sustenta definiciones políticas y transformaciones culturales.

La ACADE, finalmente, da un testimonio de gratitud a quienes han apoyado este ejercicio intelectual, político y ciudadano, respondiendo a la convicción de que este centro de formación diplomática contribuye a acercar la política exterior a la sociedad. Confiamos así, en contribuir a comprender mejor cómo la investigación, el desarrollo y la innovación se posicionan en las redes internacionales, siempre privilegiando una ciencia al servicio de las personas.

Nota introductoria

Emb. Pedro Oyarce[3].

Las reflexiones de estas separatas aspiran a situar una necesaria relación entre ciencia y diplomacia, donde convergen una mirada global del conocimiento científico y el aporte de la diplomacia a través del dialogo, de la construcción de acuerdos y el fomento de la confianza.

Desde esta vinculación, han surgido diversas conceptualizaciones que incorporan esta intersección como las propuestas por el informe "New frontiers" (AAAS & Royal Society, 2010): ciencia en la diplomacia, diplomacia para la ciencia y ciencia para la diplomacia.

El desafío es cómo se sitúa esto en las relaciones internacionales, en las cuales inciden dimensiones de ciencias políticas, sociales y exactas, que interpelan el pensamiento científico y diplomático. Una preocupación fundamental es cómo ambas practicas –la cientifica/tecnológica y la diplomática- aportan a la gobernanza internacional y a encontrar soluciones para problemas con alcance global.

Necesario es, entonces, la noción de una "ética de la responsabilidad" humana y planetaria. Una agenda de futuro debe, necesariamente, incorporar estas dimensiones. La emergencia del cambio climático y, simultáneamente, la pandemia, nos han mostrado facetas de la fragilidad humana y planetaria.

Ciencia, tecnología y diplomacia integran redes internacionales que requieren de una creciente interacción y de gestiones diplomáticas por parte de actores gubernamentales y no gubernamentales. Ello plantea desafíos orientados a buscar espacios de dialogo y convergencias de parte de ambos "mundos". Esto, ciertamente, se expresa en las relaciones internacionales y en nuevas formas de hacer diplomacia. La continuidad y el cambio deben entenderse desde una perspectiva de complementariedad virtuosa, que se expresa en el espacio político global.

Las definiciones de este nuevo ciclo político invitan a una reflexión que va más allá: se plantea un modelo de sociedad y de diversificación de la matriz productiva, una reconstrucción del concepto del Estado, donde la asociatividad público-privada y la academia sean parte de la generación de nuevas ventajas comparativas, necesarias para el desarrollo integral de Chile y nuestro posicionamiento internacional, a partir de la fuerza transformadora que conlleva la ciencia y el conocimiento.

La Cancillería y, en especial, a partir de la experiencia de la Dirección de Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación (DECYTI),

[3] El autor agradece los aportes de contenidos y editoriales del Sr. Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

ha asumido la CTCI como tema de política exterior. La ACADE ha incorporado en forma regular en su plan de formación, una agenda de ciencia, tecnología e innovación. En esta perspectiva, es estratégico situar a Chile en escenarios globales donde una pluralidad de actores contribuye a la gobernabilidad. Esto implica asumir en la diplomacia y en la sociedad los enfoques integrados y multidimensionales, donde mujeres y hombres comprendan e interactúen en el mundo científico-tecnológico y en el político, desde la mirada de gobiernos y de ciudadanos.

Tanto estas presentaciones como el trabajo promovido por la ACADE, está orientado a ver la ciencia y el conocimiento como un pilar de un nuevo modelo de desarrollo, a partir de las realidades e identidades propias. Es interesante advertir cómo se articula y orienta, desde la estructura publica, la generación de conocimiento, la investigación cientifica, el desarrollo tecnológico y la innovación como agentes transformadores.

En los mensajes del Ministro de Ciencia y del Vicepresidente Ejecutivo de CORFO, se aprecia una visión de un modelo de desarrollo sustentable que promueva la democratización del conocimiento, la equidad de género, la transdisciplina, la inclusión, la territorialidad, diversos esquemas de asociatividades, un cuidado del medioambiente y la participación de la comunidad.

En el prólogo del Ministro Flavio Salazar se advierte el interés en avanzar hacia una soberanía nacional con capacidades científicas en áreas estratégicas para Chile, orientando y articulando iniciativas públicas y privadas, impulsadas desde el Estado. El desarrollo de la CTCI son verdaderos motores del conocimiento y *drivers* geopolíticos en que el poder de diversos actores puede alterar el escenario económico global e impactar las relaciones sociales e internacionales.

Estas dimensiones deben ser comprendidas y asumidas por la política exterior, exigiendo una especialización y generación de capacidades aplicadas en el ámbito diplomático. José Miguel Benavente señala que incorporar, de manera estratégica, los esfuerzos que se hacen en materia de diplomacia económica con los que se despliegan en el ámbito científico-tecnológico es un desafío para Chile y la región. Ello lleva a pensar en una diplomacia científico-tecnológica y de desarrollo productivo propia.

La ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación se encuentran cambiando el mundo, facilitando soluciones y oportunidades para resolver problemas globales y crear economías más sustentables e inclusivas. Tal como lo indica Mathias Cormann, Secretario Ejecutivo de la OCDE, la pandemia del COVID-19 aceleró procesos y transformaciones vinculadas a la ciencia y a la tecnología, planteando la necesidad de nuevos enfoques para una gobernanza tecnológica responsable y socialmente robusta, capaz de anticiparse a las aprehensiones que generan estos procesos. Allí, la ciencia y la diplomacia pueden

coadyuvar al encuentro de valores comunes tales como la integridad y la libertad en términos de investigación cientifica.

La ciencia, la tecnología y la innovación se han constituido en una dimensión de creciente influencia en las relaciones internacionales, donde participan actores estatales y no-estatales, públicos y privados. No es un fenómeno nuevo: diversos análisis convergen en el interés en abordar los efectos y proyecciones de la intersección entre ciencia y relaciones internacionales.

Como lo señala J.P Soriano (2021)[4], son numerosas las situaciones globales y transnacionales que, para examinarlas, es necesario recurrir a los ámbitos científico y tecnológico. La pandemia es quizás uno de los ejemplos de mayor impacto reciente. Ya no son, solamente, los países del norte global, aquellos con la capacidad de intervenir en la creación de conocimiento y de innovaciones tecnológicas. Emergen actores del sur global y algunos de ellos han incrementado sus inversiones en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), con un fuerte sustento en la formación permanente de capital humano avanzado. Ello puede producir un reequilibrio en el poder internacional y estimular procesos en nuevos países emergentes, que están planteando una matriz estratégica de desarrollo productivo, donde la ciencia y el conocimiento son elementos articuladores: una soberanía cientifica.

Es interesante pensar en el impacto de la diseminación de las redes móviles de última generación (5G) en espacios como las ciudades contemporáneas o en ámbitos como la salud y la industria manufacturera. En este contexto, resulta esencial comprender la relevancia del procesamiento de grandes volúmenes de datos para extraer información que permita generar valor futuro. Estos son elementos que deben atenderse en las relaciones internacionales y, en especial, cuando los países elaboran la política exterior. Habrá allí que considerar la mirada de múltiples actores que inciden en la arquitectura de un nuevo orden internacional.

La contribución de los espacios multilaterales para el desarrollo de la CTCI, como parte de un proceso de transformación cultural es abordado por Shamila Nair-Bedouelle, quién recuerda que más allá de los programas científicos, UNESCO está comprometida con la elaboración de estándares e instrumentos normativos que guían a la humanidad: genoma humano, datos genéticos, bioética y principios éticos para el cambio climático. Las recomendaciones sobre ética de la inteligencia artificial y ciencia abierta revelan el esfuerzo por construir un interés colectivo, en temas que están marcando las sociedades del futuro. Valora los esfuerzos por integrar

[4] Soriano, J. P. (2021). Ciencia, tecnología y relaciones internacionales: historias de poder, de esperanza y de normas e identidades. Revista electrónica de estudios internacionales (REEI), (42), 1.

de manera más efectiva ciencia y política exterior.

Son numerosos los temas que desafían a una política exterior en el siglo XXI. Un nuevo ciclo político demanda la generación de condiciones adicionales para el desarrollo de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación. Estamos en un momento en el cual las relaciones entre estados son el piso a partir del cual se articula una realidad internacional entre múltiples actores, donde las redes exigen presencia y capacidad de inserción efectiva de nuestras propias miradas: una soberanía cientifica.

Desde allí, pensamos y abordamos el posicionamiento internacional de Chile. Esto implica comprender una dinámica de las relaciones internacionales y los escenarios en que se plantean reafirmaciones, formas emergentes de poder y *soft power*. El tema central es cómo Chile se sitúa con autonomía e identidad. Es claro que la CTCI configura espacios para actuar en la política exterior, lo que nos exige abordar un conjunto de temas desde nuestras perspectivas y miradas.

En esta publicación, se hará referencia a algunos de ellos, sistematizados en la presentación que la División de Ciencias, Energia, Educación, Innovación y Astronomia efectuará mas adelante en este ciclo de separatas. Sin duda que debemos entender estas materias con sentido de pertenencia en una sociedad que cambia, producto de las tecnologías exponenciales y disruptivas, como la inteligencia artificial, las nanotecnologías o las nuevas técnicas de edición genética (CRISPR).

Estas dos primeras publicaciones, a partir del Prólogo, entregan mensajes orientadores de cómo se está articulando la generación y transmisión del conocimiento, la investigación cientifica, el desarrollo tecnológico y la innovación en los esquemas de CTCI para estimular procesos transformadores, en un modelo de desarrollo sostenible. Ello, ciertamente, implica asumir desafíos en temas centrales[5]:

- Fortalecer el Sistema de Ciencia, Tecnologia, Conocimiento e Innovación (CTCI).
- Fomentar la descentralización, territorialidad y la democratización de la investigación cientifica y la innovación tecnológica, focalizada en el desarrollo sostenible.
- Avanzar hacia una soberanía nacional de capacidades científico-tecnológicas, en áreas estratégicas para el país.

La diplomacia debe ser parte de esta visión que conlleva responsabilidades y definciones nacionales y demanda, al mismo tiempo, un posicionamiento en las redes globales de la ciencia y del conocimiento, siempre pensando en una ciencia vinculada estrechamente al bienestar de las personas para *alcanzar un buen vivir colectivo*.

[5] Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnologia e Innovación. Documento "Iniciativas Estrategicas Ministerio CTCI 2022- 2023".

SEPARATA I
MENSAJES INICIALES

"Science, technology and innovation are changing the world": international cooperation to address global challenges.

Mathias Cormann[6]

Science, technology and innovation are changing the world, providing us solutions to global challenges, as well as opportunities for making economies more sustainable and inclusive. Yet, the development of emerging technologies such as artificial intelligence, neurotechnology, robotics, or gene editing can also raise concerns among individuals and societies. Reaping the benefits of these technologies while addressing potential negative effects is now an important challenge.

The COVID-19 pandemic triggered an unprecedented mobilisation of the science and innovation community. Public research agencies and organisations, private foundations and charities, and the health industry set up an array of new research initiatives in record time. Science and technology played an essential role in providing a better understanding of the virus and its transmission, and in developing hundreds of candidate vaccines over a very short period. At the same time, the pandemic stretched research and innovation systems to their limits, revealing gaps that need filling to improve overall system resilience to future crises. More than in other recent crises, the COVID-19 pandemic has underscored the importance of science and innovation to both preparing for and reacting to upcoming crises.

In many ways, COVID-19 has also accelerated trends that were already underway, including more open access to scientific publications and underlying public research data, the increasing use of digital tools, and new platforms for international STI collaboration that bring together a range of public and private actors, including philanthropic foundations and citizen science groups.

In the face of the increased interdependency and complexity of today's world, it has never been more important to continue promoting international co-operation in science, innovation and technology to address global challenges like climate change and biodiversity loss. This requires a new kind of science diplomacy that engages government and business actors with other societal stakeholders, such as Non-Governmental Organisations and civil society within and across national borders, to work on new approaches to technology governance by anticipating societal concerns early on and addressing them through open and inclusive processes.

[6] Secretario Ejecutivo, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

Science diplomacy also requires an understanding of the goals of international co-operation in science and technology such as sharing costs of large research infrastructures or accelerating advances in brain research or strengthening research capacity and researcher training in developing countries. It requires adherence to common values such as research integrity and freedom of scientific inquiry and expression. Technology governance mechanisms – if designed well – can enable "responsible innovation", that is, innovation that is more productive, responsive, and socially robust.

Against a background of growing geopolitical tensions over the control and use of new technologies and global challenges such as climate change, it is ever more important that science and diplomacy work together to foster the economic, social and scientific progress of countries. The selected contributions of local and international experts brought together by the Diplomatic Academy of Chile (ACADE) in this publication can help Chile better align its foreign and science policies to strengthen the knowledge-base for its social and economic development at home, but also strengthen Chile's ability to contribute to multilateral solutions abroad.

La Diplomacia Científica: una nueva dimensión de la política exterior.

Dorotea López Giral[7]
Alberto van Klaveren[8]

La excelente compilación del Oxford Handbook of Modern Diplomacy[9] incluye las tendencias más actuales de la diplomacia, que se extienden desde los temas clásicos de la paz y la guerra hasta la diplomacia pública, desde la naturaleza siempre cambiante de las misiones diplomáticas hasta el derecho internacional, desde la diplomacia del deporte hasta la diplomacia militar. Sin embargo, los lectores buscarán en vano un capítulo dedicado a la diplomacia científica. La omisión no es excepcional. Los libros sobre diplomacia abundan, varios intitulados como la nueva diplomacia o la diplomacia moderna, pero los estudios clásicos no suelen abordar la diplomacia científica. En los últimos años es posible encontrar algunos textos, pero se mantiene un vacío relevante en la literatura sobre diplomacia y en particular desde nuestra región [10]. Y, más que los analistas de la diplomacia, son más bien las personas que se dedican a la ciencia y sus instituciones quienes se interesan en este campo.

Aunque la práctica de la diplomacia científica es muy antigua, sólo en tiempos recientes ella se ha incorporado de manera expresa a la política exterior. Por cierto, desde tiempos muy antiguos algunos gobernantes se interesaron en atraer a sabios y científicos destacados a través de sus representaciones en otros países o el envío de emisarios especiales. La historia europea aporta múltiples ejemplos. También los jóvenes

[7] Profesora Titular y Directora del Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile.
[8] Profesor Titular, Instituto de Estudios Internacionales, Universidad de Chile. Ex Embajador y ex Subsecretario de Relaciones Exteriores.
[9] Cooper, Andrew F; Heine, Jorge y Thakur, Ramesh (eds.). *The Oxford Handbook of Modern Diplomacy*. Oxford, U.K: Oxford University Press, 2013.
[10] Algunas referencias a la diplomacia cientifica desde la literature especializada:

- The Royal Society (2010): New frontiers in science diplomacy. RS Policy document 01/10. January 2010 - RS1619. London: The Royal Society. ISBN: 978-0-85403-811-4 https://royalsociety.org/~/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2010/4294969468.pdf;
- Melchor, L. (2020). What Is a Science Diplomat?, The Hague Journal of Diplomacy, 15(3), 409-423;
- Flink, Tim; and Schreiterer, Ulrich (2010): Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs: toward a typology of national approaches. In: Science and Public Policy, 37(9), November 2010, pages 665–677. DOI: 10.3152/030234210X12778118264530;
- Gluckman, P.D.; Turekian, V.; Grimes, R.W.; and Kishi, T. (2017): Science Diplomacy: A Pragmatic Perspective from the Inside. In: Science Diplomacy, Vol. 6, No. 4 (December 2017);
- Rungius, Charlotte and Flink, Tim (2020): Romancing science for global solutions: on narratives and interpretative schemas of science diplomacy; Humanities and Social Science Communication.

países de América Latina invitaron a científicos, principalmente europeos, para enseñar e investigar en sus nuevas universidades y otros establecimientos educacionales. Chile desarrolló en el siglo XIX su propia diplomacia científica, logrando la instalación en nuestro país de sabios de la talla de Ignacio Domeyko, Claudio Gay, Lorenzo Sazié, Juan Noé y tantos otros, sin olvidar naturalmente a Andrés Bello.

Al igual que los músicos y otros artistas, los y las científicas se han caracterizado desde siempre por su movilidad. El quehacer científico tiene un sello internacional. Quienes lo practican suelen buscar nuevos destinos, siguen atentamente los desarrollos más relevantes más allá de las fronteras, se relacionan con sus colegas de otros países e integran desde siempre redes internacionales. Diversos países se han beneficiado de la migración científica. ¿Qué sería de la ciencia en Estados Unidos sin el aporte de tantos especialistas de otros países y continentes que emigraron a sus tierras y enriquecieron sus universidades y centros de investigación? En varios casos, este flujo fue inducido a través de gestiones gubernamentales, como sucedió al término de la segunda guerra mundial con muchos científicos de la derrotada Alemania. Tanto Estados Unidos como la Unión Soviética desarrollaron operaciones especiales para atraerlos o capturarlos e incorporarlos a sus programas de vanguardia en sectores como la industria espacial, la energía atómica, la medicina y otros.

Pese a las fuertes tensiones de la guerra fría, Estados Unidos, a través del Departamento de Estado, facilitó contactos entre científicos de Estados Unidos y la Unión Soviética para intercambiar información en ámbitos como la epidemiología e incluso desarrollar programas conjuntos para la exploración del espacio, que se mantuvieron durante mucho tiempo. Países europeos establecieron ambiciosos programas de investigación e innovación en el marco de la Unión Europea, pero abiertos bajo ciertas condiciones a terceros países.

Sin embargo, sólo en décadas recientes se observa una participación más sistemática de la diplomacia en la actividad científica. El año 2010 dos instituciones prestigiosas y de gran ascendiente en el mundo científico, la American Association for the Advancement of Science de los Estados Unidos y la Royal Society del Reino Unido publicaron un informe[11] conjunto que recogió tres conceptos asociados a la diplomacia científica: Ciencia para la Diplomacia, Ciencia en la Diplomacia y Diplomacia para la Ciencia. El primer concepto se refiere a la utilización de la cooperación científica para mejorar las relaciones entre los países. El segundo se refiere a la necesidad del asesoramiento científico en diversas facetas de la política exterior, incluyendo muchas negociaciones multilaterales, como el

[11] The Royal Society and AAAS, *New Frontiers in Science Diplomacy: Navigating the changing balance of power*, London: The Royal Society, 2010.

cambio climático. El tercero se orienta a facilitar la cooperación científica internacional.

Ciertamente, la cooperación científica, al igual que otras modalidades de cooperación internacional, puede contribuir al mejoramiento de las relaciones entre países. Las redes que se tejen en ese ámbito pueden extenderse a otros campos y generar espacios significativos de encuentro y diálogo. La cooperación aeroespacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética tuvo ese efecto, pese a que nunca llegó a excluir la competencia entre ambas potencias en ese mismo sector. El acuerdo nuclear iraní, hoy en proceso de renegociación, llevó a un intenso intercambio entre científicos de todos los países involucrados, que contribuyó a generar un espacio de encuentro entre países que estaban muy distanciados y acercar las posiciones.

Muchas negociaciones multilaterales dependen del conocimiento y de la evidencia científicas. Basta recordar, a modo de simples ejemplos, el calentamiento global; la protección del ozono; la preservación de la biodiversidad; la conservación y gestión de recursos pesqueros; la astronomía; la cibernética; las tecnologías digitales; la energía nuclear; los regímenes para controlar las armas nucleares, químicas y biológicas; la definición, transporte y eliminación de desechos peligrosos; la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a las emisiones y liberaciones de mercurio; el control de las pandemias, etc. En todos esos casos se ha requerido y se requiere de un fuerte apoyo de la evidencia científica y de la acción conjunta de expertos y diplomáticos. La sola intervención de la ciencia puede ignorar las implicaciones diplomáticas y jurídicas presentes en toda negociación y la sola intervención diplomática puede ignorar las causas y efectos de los fenómenos y la viabilidad y efectividad de las medidas que se adopten para enfrentarlos.

Uno de los casos más conocidos de asesoramiento científico internacional está representado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) junto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) para proporcionar al mundo una visión científica clara sobre el estado actual del cambio climático y sus posibles consecuencias tanto ambientales como socioeconómicas. Miles de científicos y científicas de todo el mundo han contribuido a estas revisiones y evaluaciones de forma voluntaria, que luego se han utilizado para las negociaciones sobre política global y la publicación de informes que han posicionado el tema en la agenda internacional global.

La evidencia científica también puede ser relevante en el ámbito de las controversias comerciales. El caso de las hormonas en la carne vacuna, que protagonizaron Estados Unidos y las entonces Comunidades Europeas ante la Organización Mundial de Comercio, incluyó un intenso debate en torno al efecto de la presencia de hormonas

en la carne vacuna en la salud humana. Lo mismo ocurrió en el caso de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), en torno a las restricciones aplicadas por la Unión Europea desde 1998 a los productos agrícolas de biotecnología, que fueron objeto de reclamación por parte de diversos países. Varios casos históricos en torno a la pesca del atún han requerido de complejos informes sobre los efectos de las artes pesqueras utilizadas o las magnitudes de los stocks de distintas especies y los niveles mínimos requeridos para su conservación. Diversos acuerdos pesqueros establecen comités científicos para aportar la evidencia necesaria para las medidas de conservación. Algunos países se amparan en "cuotas científicas" para eludir las prohibiciones de la caza adoptadas por la Comisión Ballenera Internacional. La Corte Internacional de Justicia tuvo que ocuparse de este tema en un caso iniciado el 2010 y concluido el 2014. El tribunal también ha debido considerar la evidencia científica en varios otros casos que ha conocido, sea en materias medioambientales o relativos a recursos hídricos compartidos, consultando informes de expertos e incluso interrogándolos en sus audiencias.

Las iniciativas para la cooperación científica internacional son múltiples y muchas de ellas requirieron y siguen requiriendo de negociaciones diplomáticas. Basta mencionar el caso de la Organización Europea para la Investigación Nuclear, comúnmente conocida por la sigla CERN (de su nombre en francés), una organización de investigación europea que opera el laboratorio de física de partículas más grande del mundo. La organización tiene 22 estados miembros, siendo Israel el único país no europeo con una membresía plena concedida. Más cerca, tenemos el caso de la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Austral o European Southern Observatory (ESO), organización astronómica intergubernamental creada en el año 1962, dedicada a la astrofísica y al desarrollo y operación de telescopios en la Zona Norte de Chile. Tanto la instalación de la ESO en Chile como sus posteriores expansiones han requerido de complejas negociaciones en las que intervinieron tanto diplomáticos como científicos de ambas partes. El valor único de los cielos chilenos ha llevado a la instalación de otros observatorios internacionales, que han convertido a nuestro país en la principal plataforma de observación astronómica en el mundo[12].

La diplomacia científica se ha incorporado gradualmente a diversas cancillerías del mundo, llevando al establecimiento de unidades especializadas, la formación de consejos asesores y la designación de agregados científicos. Chile se incorporó a esta tendencia a través de la creación, en el año 2006, de una Dirección de Ciencia, Tecnología, Energía e Innovación, convertida en la actualidad en la División de Ciencias,

[12] Gabriel Rodríguez García-Huidobro "Chile: Global Astronomical Platform and Opportunity for Diplomacy," Science & Diplomacy, Vol. 6, No. 2 (June 2017).

Energía, Educación, Innovación y Astronomía, y de la designación de agregados científicos en algunas misiones diplomáticas. Asimismo, se negociaron diversos acuerdos en ciencia y tecnología, entre los cuales se destacan el Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica entre Chile y la Unión Europea, suscrito el 2002 y el acuerdo negociado entre Chile y el Estado de California en los Estados Unidos, suscrito el 2008, orientado hacia la cooperación científica y tecnológica y la formación de capital humano, que recoge la experiencia pionera del Plan Chile-California desarrollado a partir de la década de 1960. Acuerdos similares fueron suscritos posteriormente con los Estados de Massachusetts y Washington en Estados Unidos. Estos instrumentos se sumaron a los programas tradicionales de cooperación científica y tecnología desarrollados con países como Alemania, Francia, Japón, China y otros. Algunos de estos programas tienen una naturaleza binacional, integrando a ambas partes en el financiamiento y decisiones, como sucede en el caso de la Comisión para el Intercambio Educativo entre Chile y los Estados Unidos de América, conocida como la Comisión Fullbright.

La cooperación científica con América Latina también ha dado lugar a iniciativas y proyectos comunes, pero que han adolecido de los mismos problemas y carencias de la cooperación y la integración regional en otros ámbitos. Ello, sin perjuicio de los programas y contactos académicos entre instituciones de Argentina, Brasil, Colombia, México, Perú y otros países, que son de larga data y que se han forjado de manera directa, sin la necesidad de un apoyo oficial. Una cooperación más estrecha entre los actores de la ciencia y la política exterior puede convertirse en un catalizador hasta ahora descuidado para la comprensión internacional y el cambio global [13].

Gran parte de la cooperación científica internacional se realiza de manera descentralizada. Desde siempre, los y las científicas han establecido y cultivado sus propias redes y se han relacionado entre sí sin el apoyo o intervención de las autoridades o de las instituciones del Estado. La diplomacia científica no busca centralizar esa cooperación, más bien trata de apoyarla, complementarla y expandirla. Cabe recordar que no todas las comunidades científicas tienen el mismo acceso a las redes y programas más relevantes en su ámbito.

El desarrollo de la diplomacia científica requiere de un esfuerzo compartido entre la Cancillería, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, las universidades, los centros de investigación y toda la comunidad científica. Para la diplomacia, ello significa capacidad de diálogo y de interlocución, conocimiento de la institucionalidad del sector y una comprensión de la naturaleza de la actividad científica.

[13] Rungius, Charlotte and Flink, Tim (2020): Romancing science for global solutions: on narratives and interpretative schemas of science diplomacy; Humanities and Social Science Communication

La diplomacia debe ser promotora de una ciencia internacionalizada e inclusiva, que trascienda las brechas existentes en este ámbito a nivel global. La acción externa del Estado no puede estar al margen de los desarrollos científicos y de sus impactos a nivel territorial, regional y global. La diplomacia debe estar atenta, además, a la relación natural entre ciencia y política, entendiendo que la actividad científica configura un espacio en que confluyen gobiernos, academia, empresas, organizaciones no gubernamentales y personas.

Estas realidades evidencian un creciente vínculo del conocimiento científico y de la innovación tecnológica con la política exterior, las relaciones internacionales y las nuevas formas de hacer diplomacia. Por ello, apreciamos que la Academia Diplomática haya convocado a esta reflexión, que complementa la formación de diplomáticas y diplomáticos y también entrega elementos para acercar la ciencia a la sociedad, contribuyendo, de esta manera, a comprender los desafíos que plantea un nuevo ciclo de política exterior.

"Science diplomacy is part of UNESCO's DNA"

Shamila Nair-Bedouelle[14]

Science diplomacy is part of UNESCO's DNA. Less than a decade after its founding, UNESCO played a vital role in establishing the European Organization for Nuclear Research (CERN) in 1954. This was a remarkable feat, in that it brought together European countries, which had been at war just a decade earlier through a joint scientific project to advance knowledge in particle physics.

Half a century later, UNESCO played a similar role in establishing the first major international research centre in the Middle East and neighbouring countries. Fully operational since 2017, the Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East (SESAME) has eight members: Cyprus, Egypt, Iran, Israel, Jordan, Pakistan, Palestine and Turkey.

SESAME is fostering collaboration and sustainable development in the region through science. For instance, one collaborative research project has been studying novel materials for batteries, one of the linchpins of countries' plans to mainstream low-carbon energy solutions such as electric and hybrid cars, solar panels and wind farms. In addition, SESAME is a signatory of the United Nations' Climate Neutral Now pledge. Fully powered by renewable energy, SESAME is the world's first carbon-neutral accelerator laboratory.

Science diplomacy is a powerful tool for peace and a pillar of sustainable development. The transnational nature of most complex problems requires international dialogue among multiple actors from different countries and regions at all levels of government: local, state, national and supranational. One of the most striking recent examples of the power of science diplomacy is the adoption of *The 2030 Agenda for Sustainable Development* under the umbrella of the United Nations in 2015, the world's blueprint for building a healthier, more sustainable future by 2030.

The international role of science has never been more evident. The COVID-19 pandemic has reminded us of the key role that science plays in understanding and addressing cross-border challenges but also of the lack of robust structures at the science–policy interface. The difficulties experienced in achieving a coordinated international response to the pandemic have highlighted the gap between science and diplomacy.

The post-crisis recovery period offers an opportunity to strengthen scientific and technological capabilities in Latin America and the Caribbean, while at the same time strengthening relations between countries so

[14] Directora General Adjunta para las Ciencias Naturales, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

that they can advance hand in hand towards sustainable development.

With the ravages of climate change taking an ever-greater human and economic toll, our common future must be carbon neutral. UNESCO is working towards this goal. Over the past 50 years, UNESCO has built up a network of 727 territories in 131 countries whose inhabitants are committed to living in harmony with nature. We call these territories, "biosphere reserves". Proposals for new biosphere reserves are submitted by governments and approved by the International Coordinating Council of UNESCO's Man and the Biosphere Programme (MAB, established 1971). Each participating country has a national MAB committee composed of experts.

Biosphere reserves blend nature conservation with sustainability science and responsible economic development. For instance, a few years ago, the Sierra Gorda Biosphere Reserve in Mexico persuaded investors to contribute to a project in which smallholder farmers earned additional income from planting trees. This scheme, blended efforts to improve farmers' livelihoods with forest conservation and climate change mitigation.

Almost one in five biosphere reserves (132) are located in 22 countries of Latin America and the Caribbean, including 10 in Chile. One of the largest is the Central Amazon Biosphere Reserve in Brazil; it covers almost 21 million hectares.

Today, the World Network of Biosphere Reserves covers more than 5% of the Earth's landmass, a surface almost the size of Australia! Twenty-two biosphere reserves are shared by two or more countries. In Latin America and the Caribbean, Ecuador and Peru share the Bosques de Paz Transboundary Biosphere Reserve, the Dominican Republic and Haiti share the La Selle–Jaragua– Bahoruco–Enriquillo Transboundary Biosphere Reserve and El Salvador, Guatemala and Honduras share the Trifinio Fraternidad Transboundary Biosphere Reserve. In 2021, the Mura-Drava-Danube became the world's first five-country biosphere reserve; it stretches across Austria, Croatia, Hungary, Serbia and Slovenia and is now the largest riverine protected area in Europe.

UNESCO counts another five scientific programmes, namely, the Intergovernmental Oceanographic Commission (established in 1960), the International Geoscience Programme (1972, initially called the International Geological Correlation Programme), the Intergovernmental Hydrological Programme (1975), the Management of Social Transformations Programme (1994) and the International Basic Sciences Programme (2004).

UNESCO's Intergovernmental Hydrological Programme (IHP) has just launched a project with Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay to support the management of the Guarani Aquifer, one of the largest in the world. The IHP has run training courses for government officials from Latin America and the

Caribbean on conflict analysis, prevention and resolution in water resources management within its "From Potential Conflict to Cooperation Potential" subprogramme, which has been active since 2001. UNESCO has also produced several case studies on the status of cooperation on transboundary resources such as the Trifnio aquifer system and Lake Titicaca. Most recently, UNESCO launched a publication on water cooperation in Latin America and the Caribbean at the World Water Forum in 2022, in collaboration with the IberoAmerican Conference of Water Directors.

In 2015, UNESCO's member states established the UNESCO Global Geoparks, a site denomination for territories presenting unique geological heritage of international value, which provide visitors with insights into current challenges facing our planet. There are currently 10 UNESCO Global Geoparks in Latin America, in Brazil (3), Mexico (2), Chile, Ecuador, Nicaragua, Peru and Uruguay.

Beyond its international scientific programmes, UNESCO engages in science diplomacy through its standard-setting function. A series of normative instruments have been adopted by our member states over the years, including three international declarations on the human genome (1997), human genetic data (2003) and bioethics (2005), as well as on ethical principles in relation to climate change (2017). In addition, an international recommendation was adopted in 2017 on scientists and scientific research, followed in 2021 by two recommendations on the ethics of artificial intelligence and open science.

UNESCO promotes the Open Science Forum of Latin America and the Caribbean (CILAC). It is a good example of science diplomacy in the region and designed to further the implementation of the *2030 Agenda for Sustainable Development*. CILAC has also been established as a living space for reflection and interaction on issues related to the management of science, technology and innovation, where the governments of the region converge with science and technology system actors' to discuss and jointly build the science policy agenda for Latin America and the Caribbean.

In 2015, UNESCO incorporated science diplomacy into its agenda for sustainable development in Latin America and the Caribbean through a first high-level meeting and training session organized in Montevideo, Uruguay. Since then, science diplomacy has risen on the agenda of several Latin American countries and multilateral organizations. Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Mexico, Panama and Peru are some of the countries that have initiated or bolstered activities in this field in recent years, prior to incorporating science, technology and innovation into their foreign policy structures.

However, to date, only Brazil and Chile have scientific attachés in their embassies and no Latin American country has fully institutionalized the figure of scientific advisor to the ministry of foreign affairs. This said, there are other models in Latin America,

such as Bolivia's Ambassador for Science, Technology and Innovation and specialized offices for cooperation in science and technology in the Brazilian and Chilean foreign ministries.

Chile engages in science diplomacy in fields such as energy, science, technology, knowledge and innovation, through the Directorate of Energy, Science, Technology and Innovation of the Ministry of Foreign Affairs. Chile's privileged geographical position has also made it a magnet for large international research projects in 'natural laboratories'. One recent example is the proposed creation of a binational underground laboratory in basic physics by Chile and Argentina, inspired by the CERN model.

The countries of Latin America and the Caribbean share a long tradition of bilateral, regional and global scientific cooperation but science still plays a minor role in foreign policy. Despite numerous multilateral initiatives, the region has not yet taken full advantage of the opportunities and additional benefits offered by scientific collaboration to facilitate international relations, coordinate common initiatives to tackle transnational challenges and meet shared development objectives. This calls for an effort to 'systematize' science diplomacy by incorporating science as a stable component of countries' foreign policy.

That is why the present publication by the Diplomatic Academy of Chile (ACADE) is so timely. The thought-provoking articles by Chilean and international experts within these pages can help Chile to integrate science more effectively in its foreign policy. Science diplomacy can be an astute strategy for rationalizing limited resources, to generate new knowledge both for domestic benefit and to tackle the global challenges of the future. No country has the scientific and technological capabilities to tackle these challenges on its own – challenges such as unsustainable development and water insecurity, which have the potential to generate cross-border tensions and conflicts.

The sheer complexity and scale of resources that scientific and technological progress demands require us to join forces at all levels, from researchers to laboratories, universities and governments. This will only be possible by establishing sound strategies for science diplomacy that generate positive synergies between countries.

Diplomacia para el desarrollo productivo

José Miguel Benavente[15]

El desarrollo científico-tecnológico ha sido, desde siempre, una empresa colectiva, una aventura cooperativa por la búsqueda y aplicación del conocimiento para responder a las necesidades de la sociedad o para abrir nuevas oportunidades. Las tecnologías y la innovación, además, han sido uno de los principales motores del crecimiento y el desarrollo económico, especialmente a partir de la Revolución Industrial.

Si retrocedemos apenas unos siglos en la historia económica del mundo, podemos encontrar maravillosos ejemplos tanto de colaboración internacional en la búsqueda de respuestas científicas como del poder de la innovación en el impulso de industrias y economías de occidente.

Hacia fines del siglo XVIII, "el 6 de junio de 1761, y nuevamente el 3 de junio de 1769, varios cientos de astrónomos en todo el mundo apuntaron sus telescopios al cielo para ver a Venus atravesando el Sol. Olvidaron sus diferencias religiosas, nacionales y económicas para unirse en lo que fue el primer proyecto científico global", según narra la historiadora Andrea Wulf[16]. El reto lo había lanzado en 1716 el famoso astrónomo Edmund Halley, quien da su nombre al cometa que gira en la órbita solar y que cada 71 años nos visita. La tarea consistía en observar y medir el tránsito del planeta Venus por delante del Sol, con el objetivo de calcular la distancia exacta que separa a la Tierra de su estrella, dimensionar con ello el tamaño del Sistema Solar y avanzar unos pasos más en la exploración de un Universo que se mostraba cada vez más grande de lo que alguna vez habían imaginado los seres humanos.

Para hacer frente a tal desafío, se organizaron múltiples expediciones que sortearon numerosos peligros propios de un mundo convulso y en guerra, además de dificultades propias de la naturaleza: hubo observaciones en Estados Unidos, Inglaterra, Escocia, Irlanda, Alemania, Rusia, India, Noruega, Canadá, Indonesia, Dinamarca, Tahití, España, México, Filipinas, Suecia, Francia, China y Finlandia, entre otros puntos del globo.

Pero tras este despliegue no solo estaba el afán y la curiosidad de los investigadores y de las cada vez más reconocidas Sociedades Científicas, sino también el interés comercial de empresas privadas y la búsqueda de prestigio, mayor inserción internacional o liderazgo de diversos gobernantes; además de la oportunidad de que los astrónomos, durante sus viajes, pudieran desarrollar geografía y tecnologías claves para la navegación y la expansión colonial que

[15] Vicepresidente Ejecutivo, Corporación de Fomento de la Producción (Corfo)

[16] Wulf, Andrea. "En busca de Venus. El arte de medir el cielo". Taurus (2012).

sustentaba las economías más importantes de la época.

Cuenta David S. Landes[17] que, a comienzos del mismo siglo XVIII, en torno a 1720 para ser más precisos, Francia buscaba afanosamente acortar la ventaja que le llevaba Gran Bretaña, su principal rival económico de la época, y se dio a la tarea de hacerse de los secretos de sus tecnologías enviando "exploradores, agentes entrenados para observar, informar y contratar a artesanos con experiencia". La idea era tan simple como 'capturar' el conocimiento británico en diversas áreas 'levantando' a sus técnicos: "fabricantes de relojes para la casa y de bolsillo, obreros que supieran trabajar lana y metales, fabricantes de vidrio, constructores de barcos…".

La estrategia, por cierto, no fue bien recibida en la isla y "perturbó tanto a los británicos que sancionaron una ley prohibiendo la emigración de ciertos artesanos con experiencia". Esta fue "la primera de una serie de medidas de este tipo que se extendió a lo largo de más de un siglo, y abarcó a un conjunto cada vez más amplio de especialidades".

Esfuerzos por desarrollar ciencia básica y aplicada. Intereses científicos mezclados con objetivos políticos (públicos) y comerciales (privados). Colaboración en algunas dimensiones, rivalidad en otras. Desarrollo tecnológico, competencia internacional, proteccionismo, fuga de cerebros. Todo parece muy actual.

Y no puede ser de otra manera, porque hablamos de los tiempos en que se cimentaron las bases del mundo que conocemos hoy, donde "las desigualdades en la productividad y el crecimiento de los países tienen mucho menos que ver con la abundancia o la falta de recursos naturales que con la capacidad de mejorarla calidad del capital humano y de los factores de la producción, en otras palabras, crear nuevos conocimientos e ideas y aplicarlos a la maquinaria y a la gente"[18]. Un mundo donde el desarrollo de la ciencia y la tecnología son verdaderos motores de crecimiento y *drivers* geopolíticos, y en el que el poder de las grandes corporaciones no solo puede alterar el escenario económico global, sino que también transformar de manera vertiginosa el entorno, las relaciones sociales y la forma en que nos definimos y vivimos en sociedad.

Por ello ya es un consenso internacional, y particularmente en América Latina, que hoy, en tiempos de profunda globalización y grandes desafíos mundiales, estas dimensiones del desarrollo científico-tecnológico y la innovación deben jugar un papel fundamental en la política exterior de los países y exigen no solo una preocupación especial, sino, sobre todo, una especialización y generación de capacidades aplicadas a estas materias en el ámbito de la diplomacia.

[17] Landes, David S. "La riqueza y la pobreza de las naciones". Ediciones B Argentina (1999).

[18] David, Paul A; Foray, Dominique. "Economic fundamentals of knowledge society". Policy Futures in Education, Volume 1, Number 1, 2003.

Un acuerdo al que podemos llegar rápidamente es que uno de los imperativos de la región es cultivar la diplomacia científica para garantizar que la ciencia, la tecnología y la innovación sean factores relevantes para el desarrollo de nuestras naciones. Y existen, de hecho, importantes avances tanto en la reflexión como en el diseño e implementación de iniciativas enfocadas en potenciar la cooperación en el ámbito científico, con su consiguiente impacto en la elaboración de políticas públicas y la búsqueda conjunta de soluciones para grandes desafíos que requieren, en la base, de estos componentes.

Sin embargo, entendida nuestra condición de economías en vías de desarrollo, existen objetivos que podrían entenderse incluso más fundamentales y son, justamente, aquellos que apuntan a que nuestros países puedan alcanzar ese progreso que les ha sido esquivo por tanto tiempo, abordando falencias o inequidades históricas y asegurando también justicia social, cuidado ambiental y sustentabilidad.

Es con esa perspectiva, y desde el interés de una institución como la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), que nos atrevemos a plantear una aproximación para complementar una muy rica discusión que se viene produciendo en el país y en la América Latina en torno a la diplomacia científica, sus objetivos, alcances y desafíos.

En este marco, vemos que ya no solo son claves los aspectos más científicos del quehacer de una renovada y fortalecida relación entre países, sino que también aquellos que apuntan a lo productivo, a las dimensiones económicas, comerciales, tecnológicas o industriales del desarrollo, sabiendo que en función de estos aspectos se mueven hoy, a través de las fronteras del planeta, el capital y también el conocimiento, las capacidades humanas y técnicas, las empresas de base científico-tecnológica y, con ellas, empleos de mejor calidad, industrias de mayor valor y, por cierto, las soluciones a problemas tanto locales como globales.

Incorporar de manera estratégica los esfuerzos que se hacen en materia de diplomacia económica con los que se despliegan en el ámbito científico-tecnológico es quizás uno de los más grandes desafíos para Chile y otros países de la región. Esto no solo requiere el trabajo coordinado de múltiples agencias del Estado, sino, además, una visión compartida y una relación de cooperación muy estrecha con el sector privado. Entender estas dos dimensiones como parte de una misma táctica puede ser clave para multiplicar su impacto, porque la literatura moderna sobre desarrollo económico nos muestra que son caras de una misma moneda. Pasar de una "economía del conocimiento" a una "sociedad del conocimiento" es justamente hacía donde apuntamos.

Coincidimos, por otra parte, con la visión de Marga Gual Soler[19], en el sentido de que "al ser una región en la que las sociedades enfrentan diferentes momentos en su etapa de desarrollo, algunas con muy baja inversión en investigación, junto con la ausencia de una tradición de toma de decisiones con base a la evidencia, América Latina es particularmente vulnerable cuando trata de participar en el paradigma de crecimiento económico global que se basa en los avances científicos y tecnológicos".

Por ello, esta perspectiva propuesta obliga a pensar, en primer lugar, si las lógicas de la que podríamos llamar "diplomacia científico-tecnológica y de desarrollo productivo" de nuestros países puede ser la misma que la de naciones más avanzadas. Y la respuesta parece obvia en el sentido de que no. De que hay muchos intereses comunes, pero también otros que difieren o incluso pueden chocar, y que ello exige un enfoque propio. Porque para países como el nuestro el objetivo no será, en la mayoría de los casos, el de mantener o alcanzar posiciones de liderazgo económico o tecnológico internacional, sino más bien buscar avanzar, no quedarse atrás, cerrar brechas, diversificar sus actividades productivas aún poco sofisticadas o incluso generar o buscar conocimiento para abordar problemas sociales básicos.

Tal como ocurre en materia comercial, para los países en desarrollo la diplomacia en estos ámbitos se debe jugar en las relaciones bilaterales abordadas estratégicamente, pero, sobre todo, en las instancias multilaterales. Estos espacios son claves tanto para alcanzar acuerdos amplios que permiten hacerse cargo de problemáticas a nivel mundial (como la crisis climática, la degradación de los ecosistemas del planeta o grandes pandemias), como también para equilibrar fuerzas y compatibilizar intereses entre naciones con trayectorias muy disímiles o incluso avanzar en cambios normativos o regulatorios globales (tanto en aplicación como en *enforcement*) que suponen transformaciones estructurales que muchas veces afectan grandes intereses nacionales o corporativos y que solo se pueden impulsar de manera coordinada a nivel internacional (como la transición energética y la descarbonización).

Una mirada más integrada de lo científico y lo productivo en la política exterior, desde una perspectiva de país en desarrollo, también permitiría orientar mejor los esfuerzos y la sinergia en ambos sentidos. Porque sucede que, en ambos casos es necesario tener una mirada de más largo plazo a la hora de tomar algunas decisiones, ya que asegurar solo eficiencia en el corto plazo implicaría hipotecar algo o buena parte del futuro.

Hoy, de hecho, que enfrentamos el desafío de aprovechar las grandes ventajas que Chile tiene para desarrollar la industria del hidrógeno verde, vemos que junto con las inversiones propiamente productivas

[19] Gual Soler, Marga. "Diplomacia científica en América Latina y el Caribe. Estrategias, mecanismos y perspectivas para fortalecer la diplomacia de la ciencia, tecnología e innovación". UNESCO, Montevideo, 2020.

debemos ser capaces de crear capacidades humanas y tecnológicas en torno a ella, incluso generar nuevo conocimiento con miras a impulsar, a partir de este aprendizaje, actividades más sofisticadas.

Forzar las externalidades positivas que puede generar el desarrollo de nuevos sectores económicos es un imperativo para países como el nuestro. Y ello requiere, entre otras, de habilidades para relacionarse con los más diversos actores mundiales, para atraer financiamiento y para alcanzar acuerdos de cooperación y transferencia de conocimiento en condiciones distintas a las que hasta ahora estamos acostumbrados, buscando activamente la incorporación de componentes locales, la generación de empleo de calidad, de mayor valor y de un impacto local positivo en términos de calidad de vida en los territorios en donde se emplacen estas industrias.

Por otra parte, enfocar esfuerzos científico-tecnológicos y de innovación en grandes desafíos locales y globales ofrece una gran oportunidad para aumentar la inversión pública y privada en estas áreas desde esa 'nueva' demanda. Pero aprovecharla puede suponer no solo la posibilidad, sino la necesidad de cooperar internacionalmente en temas de interés común (como la búsqueda de métodos de producción ambientalmente responsables en sectores tradicionales), como forma de superar problemas de escala que exceden las capacidades de un país individualmente.

Avanzar de la mano entre países vecinos, con un idioma común y culturas similares en origen y desarrollo, reclama políticas de integración y cooperación cada vez más fuertes, pero sobre todo exige decisión política y avances, aunque sean pequeños, que generen confianza y espacios comunes de acción. Y esto es válido también para grandes proyectos productivos que requieren inversiones importantes, que suponen altos costos fijos o que necesitan contar con una gran demanda para asegurar su rentabilidad.

En el ámbito de la cooperación es necesario valorar no solo el avance en materia de investigación y desarrollo, sino también la transferencia de conocimiento a partir de iniciativas que pueden ser replicadas en distintos países y que contribuyen a fortalecer el entorno regional desde las áreas científico-tecnológica, de emprendimiento e innovación. El programa Start-Up Chile, por ejemplo, iniciado por Corfo en 2010 para impulsar negocios dinámicos, ha generado un interesante efecto demostración en América Latina, donde rápidamente la experiencia se ha replicado e incluso mejorado, generando un círculo virtuoso en la región, además de un interesante movimiento de talentos, recursos financieros y empresas a través de las fronteras. El papel articulador que han jugado en este aspecto instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la disposición a compartir el aprendizaje local, han sido clave para ello y han incentivado a estas ideas pioneras a evolucionar y a hacerse cargo de nuevos retos.

Desde la Corfo, en los próximos años, junto con potenciar a las empresas de menor tamaño y fortalecer el fomento productivo y el ecosistema de emprendimiento e innovación, impulsaremos una política industrial moderna, siguiendo los lineamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Esta política estará orientada a partir de misiones que pongan las preocupaciones ciudadanas en el centro, como la búsqueda de soluciones frente a la escasez hídrica o el avance en descarbonización, y tendrá como objetivo avanzar hacia un modelo más intensivo en conocimiento, en tecnología y en innovación.

Esta definición de gobierno requerirá un trabajo mancomunado entre diversos actores públicos y privados, tanto a nivel local como internacional, y sin duda pondrá a prueba nuestra política exterior y a diversas instituciones que deberán tener un rol relevante en este sentido, como la propia Corfo, InvestChile y ProChile, además de las capacidades de ministerios clave como Ciencia, Economía, Hacienda y, por cierto, Relaciones Exteriores, para avanzar de manera coordinada y bajo una estrategia unificada, hacia una nueva forma de entender e impulsar nuestro desarrollo.

SEPARATA II.

LOS DESAFÍOS DE LA INTERSECCIÓN ENTRE DIPLOMACIA Y CIENCIA

Nota Introductoria

Emb. Pedro Oyarce

Diversos artículos de este ciclo de publicaciones revelan cómo los problemas de la sociedad contemporánea requieren que las innovaciones tecnológicas estén vinculadas a procesos políticos, sociales y organizativos (vr. gr. Mariana Mazzucato). Así lo señala, Carolina Gainza al plantear un cambio de modelo de desarrollo, donde los conocimientos son el "oro del siglo XXI", evocando al Presidente Gabriel Boric.

Allí surge la interrogante en torno a qué tipo de conocimiento debemos generar para impactar a las personas con un nuevo desarrollo sustentable, democratización, equidad de género, transdisciplinariedad, inclusión, cooperación público-privada, descentralización territorial, cuidado del medio ambiente y de las comunidades. Ello exige un dialogo amplio que involucre a las ciencias sociales, las artes y las humanidades. Insertarse en las redes de ciencia y del conocimiento implica también necesarias perspectivas éticas y políticas, donde la diplomacia y la ciencia deben actuar de manera coordinada.

La internacionalización de la ciencia en el mundo contemporáneo se vuelve cada vez más tangible y evidente, ocupando un espacio fundamental en el desarrollo de la sociedad a través de la tecnología y la innovación. Giovannina Sutherland plantea cómo se expresa el diálogo entre las ciencias exactas, sociales, artes y humanidades con otras disciplinas y cuál es la capacidad de acción de la diplomacia en esa convergencia, como un punto de encuentro social, económico, jurídico y político, que incide en las relaciones internacionales.

La interacción entre ciencia y diplomacia es objeto de múltiples análisis y debates teóricos y, sin duda, lo seguirá siendo. Pero lo que es cierto es la necesidad de resolver complejos problemas de la era moderna que impactan a las sociedades y a las personas, en los cuales la evidencia cientifica puede influir para la generación de acuerdos políticos.

Es indiscutible que ambas disciplinas están conversando constantemente en nuestra realidad. Testimonio de ello lo constituyen casos emblemáticos recientes como el cambio climático y la presente coyuntura sanitaria. En este contexto, la autora destaca el Tratado Antártico, donde la dimensión de ciencia es fundamental en la arquitectura de un Sistema que ha permitido que el continente blanco sea dedicado exclusivamente para fines pacíficos y de cooperación internacional, convirtiéndose en un acuerdo diplomático exitoso. Allí, el elemento científico es esencial para el desarrollo de las Reuniones Consultivas y las demás instancias de toma de decisiones que integran el Sistema del Tratado Antártico.

Desde estas diversas realidades y contextos, surge la necesidad de investigar y debatir

ideas en torno a la diplomacia cientifica y su vinculación con las relaciones internacionales. Estos temas están en el centro de las definiciones de política exterior, trascendiendo a cualquier análisis teórico y/o doctrinario.

Los artículos de Peter Gluckman & Vaughan Turekian, Pedro Figueroa y Pedro Ivo Ferraz Da Silva están vinculados a una narrativa de las relaciones entre ciencia y diplomacia, expresada en las diversas dimensiones de la noción de "diplomacia cientifica", donde también puede incidir el *soft power* que proyectan los países, preocupados por mejorar sus condiciones de competitividad y proyectarlas. Por cierto, se plantea la búsqueda de convergencias de países del sur global en procesos científicos y tecnológicos internacionalizados con fuerte dominio, según algunos autores, por parte del Norte Global. Pero, sin duda, un análisis realista exige mirar el alcance de los intereses propios y cómo se pueden formar asociaciones y afinidades para abordar la intersección entre ciencia y diplomacia, con los equilibrios necesarios.

Con una reflexión sobre la diplomacia científica, Alexis Kalergis, Pablo González y Tomás Rivero plantean diversas formas de colaboración para avanzar en el desarrollo y el restablecimiento de las capacidades para manufacturar vacunas en Chile. Identifican limitaciones y oportunidades como las generadas en asociación con laboratorios internacionales como SINOVAC, advirtiendo también las inequidades en la administración de vacunas y en la propiedad intelectual.

La acción de la diplomacia en torno al acceso ha sido relevante en la OMS, a través de las iniciativas como el COVAX, buscando equilibrios y también superar otras restricciones y barreras como el financiamiento de infraestructura y la disponibilidad de capital humano avanzado. La producción de las vacunas es otra de las lecciones de la pandemia y la recuperación de estas capacidades en Chile nos sitúa en un nuevo momento de la relación entre ciencia y diplomacia, donde ambos ámbitos deben potenciar afinidades e interrelaciones.

Este es un tema político, donde la ciencia y el conocimiento son herramientas habilitantes. Allí debemos construir ventajas comparativas para un nuevo modelo de desarrollo que tiene impacto social interno y una clara proyección internacional: la diplomacia está en el centro de este desafío

Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación en Chile: problemas complejos, miradas transdisciplinarias.

Carolina Gainza[1]

En su libro "Misión Economía", Mariana Mazzucato señala que los problemas que hoy enfrentamos, por su complejidad, "no solo requieren innovaciones tecnológicas, sino sociales, organizativas y políticas". A esto agregaría que también requieren abordar cambios culturales, quizás los más difíciles de acompañar y alcanzar. El Gobierno del Presidente Gabriel Boric ha señalado que una de las principales transformaciones a realizar tiene que ver con un cambio en el modelo de desarrollo, donde los conocimientos son, en sus propias palabras, "el oro del siglo XXI". En este sentido, la investigación juega un rol fundamental, entendida como aquella práctica que genera conocimientos desde las ciencias, las artes y las humanidades. Sin embargo, las preguntas que inmediatamente emergen son: ¿Qué entendemos por conocimientos? ¿Qué tipo de conocimientos necesita el país? ¿Conocimientos para quién/con quiénes?

El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) tiene como misión definir e implementar políticas públicas que aborden soluciones a estas preguntas y que busquen resultados que impacten, tanto en la creación de conocimientos como en la vida de las personas. En efecto, la misión del Ministerio está establecida en la política que guía su quehacer, la cual señala que este debe "articular y orientar estratégicamente, desde la estructura pública, la generación de conocimiento, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en todo el sistema de generación y transmisión de conocimientos, que permita generar las transformaciones necesarias para un nuevo modelo de desarrollo sustentable, promoviendo la democratización de los conocimientos, la equidad de género, la transdisciplina, la inclusión, la cooperación público-privada, la descentralización territorial, el cuidado del medio ambiente y de las comunidades".

Esta misión establece que los desafíos que tenemos como país requieren de un diálogo entre las ciencias, incluyendo las ciencias sociales, y otras formas de conocimientos, como la investigación en humanidades y artes. De este diálogo surgirán metodologías

[1] Subsecretaria de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación.

transdisciplinarias, las cuales son fruto del intercambio entre distintas áreas del conocimiento y que nos permitirán abordar la complejidad de los temas país aportando con evidencia a las políticas públicas en diversos ámbitos.

Este Ministerio lleva en su nombre el "conocimiento". Algunos se preguntarán qué significa esto. Varias organizaciones de investigadores trabajamos por años para que la investigación en artes, humanidades y ciencias sociales fuera reconocida en sus aportes al país. De esta manera, incluir el conocimiento en el nombre del Ministerio fue un logro, un reconocimiento de la diversidad de las formas de generar conocimientos desde la investigación, pero también implicaba un desafío para nuestras áreas. ¿Cómo vincularlos con los desafíos país? ¿Cómo hacer para que ese reconocimiento vaya más allá de un mero simbolismo en la denominación de un Ministerio?

Aquí es cuando debemos abordar una pregunta central: qué tipo de conocimientos necesita el país. En una sociedad que clama por una transformación del modelo de desarrollo, la investigación no puede ser ajena a esta demanda. Tampoco la forma en que, como sociedad, valoramos los conocimientos generados por las distintas áreas de las ciencias.

El modelo neoliberal, en décadas de implementación, ha penetrado en los niveles más profundos de nuestra subjetividad, al punto de que no somos capaces de valorar la investigación más allá de su utilidad económica. Por eso, como sociedad, vemos la investigación como un gasto, no como una inversión social que puede mejorar nuestro bienestar en diversas dimensiones, no únicamente en lo económico.

De eso se trata una sociedad del conocimiento: una en la que la investigación es puesta al servicio de las políticas públicas, las comunidades y sus territorios, con el objetivo no sólo de mejorar nuestra calidad de vida, sino que las capacidades puedan agregar valor - económico, social, cultural - a toda labor que emprendamos. Crecer no sólo económicamente, sino que también en democratización, participación y capacidad reflexiva. En palabras simples, ser capaces de pensarnos desde nuestros territorios y proyectarnos en nuestra relación con el mundo desde los conocimientos generados por nosotros mismos.

Considerando lo anterior, tenemos que ser capaces de salir de la visión que reduce la investigación a un conjunto de áreas que se han adjudicado la producción de conocimiento válido y útil para la sociedad. ¿Podemos pensar los desafíos del cambio climático, el desarrollo tecnológico, la diversidad de género, la pandemia del COVID, la transformación del modelo de desarrollo, la democratización, y, en general, el bienestar de la ciudadanía sólo desde una disciplina o área del conocimiento?

Esta pregunta es importante, porque finalmente constituye el punto de partida de la labor que tendremos como Ministerio en este período. Por ejemplo, la manera en que se vive el cambio climático es distinto en el

norte y en el sur del país, por lo tanto, las propuestas de políticas deben tomar en cuenta los imaginarios, el sentir de las comunidades, las formas de vida e, incluso, la relación de las personas con la naturaleza. ¿Cómo accedemos a esto si no es en diálogo con las investigaciones que desarrollan las ciencias sociales, las artes y las humanidades?

Las soluciones a problemas complejos como los que vivimos no pueden ser solamente técnicas, sino que es importante abordarlos de manera integral. Otro ejemplo: la transformación tecnológica. Podemos desarrollar kits de conexión y mejorar el acceso a las tecnologías, especialmente aquellas de propósito general como la Inteligencia Artificial, con importantes desafíos en los ámbitos de la privacidad, la ética y de los derechos fundamentales, consagrados en los derechos humanos, en el ámbito digital, a lo cual nuestro país puede contribuir activamente.

Todo ello debe ser acompañado de un proceso de alfabetización y empoderamiento digital y exige conocer las distintas necesidades de los distintos grupos sociales, sus miedos e inquietudes asociados a las tecnologías. De esta manera, estamos asumiendo estas transformaciones con una mirada incluyente y democrática, propias de un cambio social y cultural. Es necesario superar la imagen de la sala de computación cerrada, porque algún dispositivo no funciona o los profesores no saben cómo utilizarlo y sacarle provecho.

Debemos ser capaces de tejer redes entre las distintas áreas del conocimiento para abordar de forma integral los desafíos que tenemos como país. Este es el proyecto que nos guía como Ministerio y responde a la tarea encomendada por el Gobierno del Presidente Gabriel Boric. Qué duda cabe que la vinculación ciencia- innovación constituye una dimensión importante en la transformación del modelo de desarrollo, aunque es importante relevar la función del Estado en esa relación: un rol activo y no pasivo, como ha sido hasta ahora.

Sin embargo, no menos importante es que la investigación en las distintas áreas del conocimiento aporte al proyecto de sociedad que queremos construir, que contribuya con insumos a lo público, a las comunidades, a los territorios y a las políticas públicas. Los desafíos que tenemos por delante como Gobierno buscan ser transformadores y nos llaman a imaginar con audacia. Porque hemos comprendido que la ciudadanía no quiere más de lo mismo o seguir administrando un modelo, sino que, desde el estallido, se comenzó a imaginar un nuevo país. Eso significa abrir posibilidades para que exista un nuevo proyecto de sociedad.

Esto nos conduce a plantearnos una tercera pregunta: ¿Conocimientos para quién/con quiénes? Abordarla es, quizás, lo más importante. Debemos cambiar la mirada de que los investigadores generan conocimiento "para" la sociedad. Por el contrario, es primordial avanzar y entender una perspectiva basada en que los conocimientos se construyen "con" todos, desde los territorios y considerando una

diversidad de miradas. Es importante desterrar aquella idea de que la ciudadanía es un cántaro vacío que nosotros, investigadores, llenaremos de conocimientos. Es necesario cambiar esa relación unilateral por una basada en el intercambio, la colaboración y el diálogo. Las comunidades, con sus saberes, pueden iluminar preguntas de investigación y, al mismo tiempo, las investigadoras e investigadores deben ser capaces de trabajar con las personas y realizar un acto de devolución de aquello que se ha construido en conjunto. De esta forma, hacemos visible de que la práctica investigativa no es un ejercicio individual, como la hemos entendido durante tanto tiempo, sino que es un trabajo colectivo donde muchos participan en el proceso que finalmente deriva en una teoría, una tecnología, una innovación o un producto.

José Martí, poeta y político cubano de fines del siglo XIX, señalaba en su poema "Nuestra América": "Injértese en nuestras repúblicas el mundo, pero el tronco ha de ser el de nuestras repúblicas". En un mundo globalizado donde la digitalización, la datificación y diversos descubrimientos científicos y tecnológicos avanzan a pasos agigantados, los conocimientos se han convertido en el motor del desarrollo. Sin embargo, sin un diálogo fluido entre las ciencias, las ciencias sociales, las artes y las humanidades podemos caer en reduccionismos o en perder de vista aspectos relevantes para nuestra relación como país con el mundo.

El discurso del progreso ha sido para América Latina un tren que siempre parecemos tomar tarde respecto a las sociedades consideradas desarrolladas. Es tiempo de que valoremos nuestros conocimientos, en todas las áreas, y que se inserten en los diálogos globales. En esta tarea, la tecnología o las ciencias por sí solas no son la solución. Las humanidades o ciencias sociales por sí mismas, tampoco. Nuestra tarea como Ministerio es articular y generar redes entre estas áreas para que sean un aporte al proyecto país, y que, al mismo tiempo, nos permitan conectarnos, cuando así lo decidamos, a las redes globales.

En las definiciones para insertar a Chile en las redes globales del conocimiento, desde nuestras propias realidades, territorios y desafíos, la Política Exterior es parte de una necesaria visión integrada de cómo, cuándo y por qué nos integramos al mundo. ¿Cómo contribuimos al desarrollo de la ciencia, conocimientos y tecnologías, a partir de nuestras identidades y de un modelo de desarrollo, en el cual el Estado define e implementa las orientaciones y asociatividades?

La diplomacia debe estar preparada y en condiciones de influir en el posicionamiento regional y global de nuestros proyectos e iniciativas, con un sentido amplio de la ciencia y del conocimiento, que incorpore plenamente a las ciencias sociales, las artes y las humanidades.

La inserción en las redes de la ciencia y del conocimiento implica también cooperación,

junto a necesarias perspectivas éticas y políticas, donde la diplomacia y la ciencia deben actuar de manera coordinada. Es por ello que valoramos el trabajo de formación y entrenamiento que la Academia Diplomática (ACADE) está implementando para contribuir, especialmente, a proyectar la dimensión internacional del nuevo modelo de desarrollo integral de Chile.

¡Ciencias, conocimientos y diplomacia son parte activa de los desafíos que plantea el nuevo ciclo político!

El horizonte invisible de la ciencia

Giovannina Sutherland Condorelli[2]

La internacionalización de la ciencia en el mundo contemporáneo se vuelve cada vez más tangible y evidente, ocupando un espacio fundamental en el desarrollo de la sociedad moderna a través de la tecnología y la innovación. Es así como, indudablemente, la expansión de la digitalización ha logrado materializar diversas manifestaciones del conocimiento en el imaginario colectivo, acercando y democratizando lo científico, de manera cotidiana a las personas. Incluso volviendo dependiente una relación que hasta hace poco parecía impensada a partir de la inteligencia artificial, la conectividad, los macrodatos, el avance de la neurociencia y la automatización de los procesos productivos.

Las sociedades están insertas en una doble transición: ecológica y digital, donde la ciencia es una dimensión presente en la gobernabilidad.

La comprensión del concepto investigación, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+i) constituye un elemento fundamental que no sólo queda arraigado al contexto de los laboratorios, sino que se extiende a las más amplias esferas de la sociedad, vinculando los resultados del conocimiento científico para la fabricación de nuevos productos, dispositivos y servicios o para modificar procesos ya existentes que mejoran los avances tecnológicos. Si bien los procesos científicos no siempre son sencillos de comprender por sí mismos sin un mayor estudio en la materia, se han vuelto innegablemente notorios, necesarios y determinantes en las matrices de desarrollo y en los procesos sociales transformadores.

Ahora bien, es interesante cuestionarnos de qué forma se manifiestan las ciencias exactas y también las sociales junto con las humanidades, tras su convergencia con otras disciplinas y, en particular con la diplomacia como punto de encuentro social, económico, jurídico y político en las relaciones internacionales.

Es indiscutible que ambas doctrinas conversan constantemente y se evidencian a través de casos paradigmáticos como el cambio climático y la definición de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por parte de Naciones Unidas en la Agenda 2030. Además, es relevante considerar la reciente respuesta del mundo ante el impacto multidimensional de la pandemia del SARS-CoV-2, con sus respectivas políticas de aislamiento y posterior desarrollo de vacunas.

Incluso podemos observar cómo se tienden puentes entre ambas doctrinas ante

[2] Bachiller en Humanidades y Ciencias Sociales y Licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de Chile. Integrante de U-Antártica, línea de investigación jurídico-política antártica de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile para el estudio, la extensión y la difusión de actividades antárticas.

problemáticas transfronterizas, donde la evidencia cientifica se transforma en una herramienta fundamental que se incorpora a la toma de decisiones.

La interacción entre ciencia y diplomacia es objeto de múltiples análisis y debates teóricos. Sin duda que la realidad emergente corrobora esa tendencia. En este sentido, la diplomacia científica surge como una opción para resolver complejos problemas de la era moderna y constantemente se plantea interrogantes que desafían la atención de las instituciones. ¿Es posible la influencia directa de la ciencia en acuerdos políticos?, ¿en qué ámbitos podría la ciencia determinar políticas públicas?, ¿constituye tan solo una herramienta de la diplomacia o es una variable decisiva?, ¿tiene la ciencia un impacto en los procesos de formación legislativa?

Diversos autores mencionados en estas separatas se refieren a la sistematización de esta relación, en especial a partir de la taxonomía sugerida por la publicación de la AAAS & Royal Society, "*New frontiers in science diplomacy*": ciencia en la diplomacia, ciencia para la diplomacia y diplomacia para la ciencia. También se presentan nuevas miradas donde es conveniente atender intereses y percepciones tanto del norte como del sur globales.

En este escenario, lo cierto es que la relación entre el conocimiento científico y el aporte de la diplomacia se vuelve esencial para construir acuerdos políticos, estándares, normas y políticas públicas para comprender la respuesta de éstas y otras preguntas que surgen ante las definiciones político-estratégicas de los Estados. Este es el motivo por el cual es vital visualizar la verdadera repercusión de esta interacción.

En este contexto y ante la búsqueda de casos emblemáticos que evidencian el planteamiento anterior, cabe destacar la firma del Tratado Antártico en Washington, el 1 de diciembre de 1959 (en vigor, desde 1961). Ese fue un momento histórico en el que la ciencia cumplió un rol central y transversal para el concepto de diplomacia científica, constituyéndose en un espacio de encuentro que evitó una escalada de violencia que podría haber llegado a consecuencias impensadas en la actualidad.

Lo que parecía imposible en medio de la Guerra Fría se logró gracias a la organización del Año Geofísico Internacional de 1957-1958, en el que se dio lugar a la negociación de los 12 Estados[3] que a la fecha realizaban investigaciones científicas en el continente antártico, entre los que se encontraban las dos grandes potencias con visibles tensiones. De esta manera, se alcanzó un acuerdo suficiente para que el territorio antártico se dedicara exclusivamente a fines pacíficos y evitara ser escenario u objeto de discordia internacional, convirtiéndose así en uno de los acuerdos diplomáticos más exitosos y duraderos de la historia.

[3] Argentina, Australia, Bélgica, Chile, la República Francesa, Japón, Nueva Zelandia, Noruega, la Unión del África del Sur, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América.

Una muestra clara de que la ciencia puede constituirse en agente de paz y punto de encuentro en el desarrollo de actividades antárticas, se expresa a través del Artículo I.2 del Tratado Antártico[4]: este señala que "no [se] impedirá el empleo de personal o equipo militar para investigaciones científicas o para cualquier otro fin pacífico". Este ha sido un punto clave para el Programa Antártico Chileno el cual, crecientemente, emplea medios de las fuerzas armadas para efectuar las operaciones logísticas de apoyo a la investigación cientifica y también para la supervisión de los compromisos de las partes consultivas ante las instancias del Sistema del Tratado Antártico.

El elemento científico ha seguido siendo esencial cada año en el desarrollo de las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA) y las demás instancias decisorias que integran el Sistema del Tratado Antártico: no solo constituyendo un elemento de negociación, sino que siendo vital para definir la dirección de las discusiones diplomáticas y la toma de decisión conjunta entre Estados.

Se han establecido parámetros de actuación dentro del territorio, evidenciando las temáticas más urgentes que requieren la adopción de medidas, determinando los límites de cada Estado en el desarrollo de actividades en la zona. Por ejemplo, en materia medioambiental, la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR, según su sigla en inglés), entre otras funciones, establece límites de pesca en el territorio antártico con el fin de alcanzar un mayor equilibrio y sostenibilidad de la biodiversidad marina antártica. Para esto es necesario que previamente el Comité Científico recomiende y asesore a la Comisión conforme a la información que ha logrado recabar sobre los niveles de pesca y el impacto del cambio climático en la zona. Asimismo, también es posible visualizar manifestaciones importantes de la ciencia en ámbitos económicos por medio de la bioprospección antártica y el desarrollo de productos en el mercado a partir de material biológico extraído en el Sexto Continente.

En diversas realidades y contextos, surge la necesidad de investigar, compartir y debatir ideas sobre la diplomacia científica en los más amplios aspectos de las relaciones internacionales. De allí, el valor que la Academia Diplomática de Chile, y otras instituciones, promuevan este tipo de reflexiones e incorporen estos procesos en la formación y entrenamiento porque es una forma de preparar a nuevos actores de la política exterior. Pero, sobre todo, la idea troncal es acercar la ciencia a la sociedad.

La historia nos demuestra tanto a nivel nacional como internacional que el uso de la transdisciplinariedad como estrategia de enfoque en la elaboración de acuerdos políticos contribuye a resultados más holísticos y eficientes los que, por cierto, pueden ser un factor de gobernabilidad

[4] Secretaria del Tratado Antártico. El Tratado Antártico. Disponible en https://ats.aq/s/antarctictreaty.html

activa y positiva. Allí, la intersección entre ciencia y diplomacia es un instrumento habilitante para enfrentar los nuevos desafíos y megatendencias.

Science, diplomacy and science diplomacy

Sir Peter Gluckman[5] *ONZ KNZM FRS*

Vaughan Turekian, Ph.D[6]

Introduction

From the beginning of the modern scientific revolution, scientists recognized the value of transnational communication. In London, the Royal Society created the role of foreign secretary in 1723, before any government did, with the objective of promoting exchange of knowledge between scientists. Also in the 18th century, arguably the first international science collaborations emerged in the coordinated multilateral efforts to record simultaneously the transit of the planet, Venus, across the sun, which would allow the distance from earth to sun to be accurately calculated with flow on effects for more accurate navigation. By the 19th century, many scientists such as Charles Darwin were engaged in voluminous international correspondence and specimen exchange with other scientists. But science was also being used to support the imperial projects with colonization often associated with scientific assessment of natural resources on one hand while, on the other, there were enthusiastic attempts at discovering new fauna and flora. The consequences of that imperialist period still impact how modern science is perceived by some in the formerly colonized world.

By the time of the First World War, science and technology were playing major roles in supporting national interests through impacts on warfare and communication. But it was the Second World War which, as much as it was a tragic fight between ideologies with immense human suffering, was also a battle between science and technological developments on both sides. The Tizard Mission by which the UK transferred scientific knowledge to the USA was an important part of Britain's attempt to overcome American isolationism and enter the war. The Manhattan project to develop the nuclear arsenal was an extraordinary and successful transatlantic scientific and technological enterprise, albeit with both human and geopolitical consequences.

The success of science and technology in the war years, led the USA and Britain to form science advisory mechanisms in the years that followed, focused initially on security and intelligence concerns. Heavily influenced by the report, *The Endless Frontier*[7] by Vannevar Bush, the recognition grew that science and technology had central roles to play in

[5] University Distinguished Professor. Director, Koi Tū, the Centre for Informed Futures, University of Auckland. President, International Science Council. Past President, International Network for Government Science Advice.

[6] Executive Director, Policy & Global Affairs, National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, United States of America.

[7] https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#ch3.6

industrial nations' economic development. Major countries started to invest heavily in basic and applied science research systems and science became an increasingly important part of national standing. Inevitably this was to have multilateral and diplomatic implications. Modern science diplomacy started to emerge[8].

While the Cold War and the tensions between the two superpowers of that time was intense, interaction between scientists, for example in the Pugwash conferences[9], kept some back door communications alive. Indeed, despite the cold war being at its peak, science diplomacy has some remarkable and lasting successes. The Antarctic Treaty[10] in 1959 committed the signatories to the peaceful use of the Antarctic, which in practice meant for science, was agreed with 12 founding partners. It is a treaty which remains well respected some 60 years later with 59 countries now partners. It was advances in detection science that allowed the first nuclear test ban treaty to be signed in 1963. The Soviet Union and the USA agreed on the formation of the International Institute for Applied Systems Analysis[11] in 1972 based in Vienna as a multinational enterprise to explore areas which we now would see as the start of sustainability science.

Following the collapse of the Iron Curtain in 1989, multilateralism had a brief flourish for perhaps two decades, until various factors conspired to see a retreat towards greater nationalism but with more complex polarity. Now in 2022 we face a multipolar and unstable world with two dominant superpowers and several aspirants increasingly defined by their technological scientific capacities and potential.

Over this post war timeframe, science diplomacy has evolved and will continue to evolve further as will be discussed below. The crises of sustainability, of climate change and of the pandemic both show the opportunities and the challenges that the practice of science diplomacy faces.

What is science diplomacy?

There are different perspectives on what the term, science diplomacy, incorporates but it is much more than simply being seen as either an extension of cultural or economic diplomacy. Some regard all forms of international scientific cooperation as science diplomacy. Others regard science diplomacy more specifically as the use of science *within* diplomacy to advance a nation's diplomatic interests. There is no rigid boundary between scientific cooperation and science diplomacy. But a useful distinction is that international science cooperation is primarily driven by the science community to advance knowledge and where the State is involved, it generally is via agencies involved in science of higher education. But because it involves multilateral parties, it may both be assisted by the diplomatic community and have

[8] Turekian V (2018) The evolution of science diplomacy. Global Policy https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1758-5899.12622

[9] https://pugwash.org/history/

[10] https://www.ats.aq/e/antarctictreaty.html

[11] https://iiasa.ac.at/about-iiasa/institute

relationship enhancing value to diplomats. The various large astronomical projects such as the square kilometer array in South Africa and Australia and the Altiplano telescopic infrastructure in Chile or basic physics infrastructures such as CERN in Geneva are initiatives of that type. But a sharper definition of science diplomacy focuses on those activities that primarily have diplomatic objectives but need to be based on science and/or engage scientists and these are explored below.

This is more than a semantic argument because of divided responsibilities between agencies. In most countries the agencies associated with international scientific activity are associated with Ministries or Science or Economy whereas diplomatic interests are jealously guarded by Foreign Ministries. Given the siloed nature of ministries in most governments, this too creates a gulf between activities with primary scientific purpose and activities with primary diplomatic purposes.

Because of these different framings two taxonomies detailing the components of science diplomacy have emerged. Both have utility.

In 2009 a meeting of the UK's scientific academy, the Royal Society and the American Association for Advancement of Science, both of which had significant global activities, held a workshop to discuss science diplomacy: this was the first formal attempt to examine the topic. It was driven in part by a desire to explore the extent to which science might assist t rapprochement between the West and Middle East countries. It was at this meeting that the most commonly referenced taxonomy was introduced[12];

- Diplomacy for science - this is where diplomats assist scientists in developing international partnerships or agreements
- Science in Diplomacy.- this is the technical aspect of supporting multilateral or bilateral agreements - for example the science of nuclear weapons testing detection, or science that supports phytosanitary agreement necessary for trade etc.
- Science for diplomacy - the concept that science can assist diplomacy.

But there were gaps in that taxonomy - for example it does not encompass directly how the global community approaches science-based global challenges such as climate change or addresses ungoverned spaces such as the Antarctic, outer space, deep oceans, or the virtual world where science is the common denominator. It does not explicitly link science to the broader objective of foreign policy with its inherent economic and security perspectives. In general it has been seen as a tidy but rather academic approach to exploring science diplomacy.

In 2014, four senior scientists who had formal appointments as advisors or envoys to

[12] https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2010/4294969468.pdf

foreign ministries proposed a more utilitarian taxonomy, one focused on how foreign ministries might view science diplomacy[13]. At the time there were very few ministries of foreign affairs that had scientific advisors although some had divisions or activities associated with technological and economic diplomacy. This new taxonomy focused on national and diplomatic interests. A starting point was to distinguish between those science related activities directly in the national interest from those where it was in the national interest to cooperate for the global good. In between were activities where there was common interest with geographical neighbors. There is no clear boundary in where to assign specific activities as they serve multiple purposes. But this analysis allowed diplomatic services to better see where scientific input would enhance their capabilities. Thai taxonomy is parsed further in the following sections

Science diplomacy of direct national interest.

By definition, all diplomacy involves two or more parties. But the motivation for doing it varies. Here we consider the areas where science diplomacy plays directly into the interests of the host country. The most obvious role of, and indeed much of the rationale for the initial emphasis on, science diplomacy in the cold war period was for the larger powers to project soft power and influence onto smaller countries. Often this was in the form of overseas development assistance (ODA), much of which had a scientific, technical, or educational content, or in the form of training and technology transfer. Such activities continue to be exhibited by the major powers albeit in a greater variety of ways and ODA continues to have a string element of both science and science diplomacy

But from the 1990s onwards small countries also started to see the value of science diplomacy[14]. It could promote their reputation, it could give them a voice, it could overcome barriers that might exist. For example Israel has used its success in science and innovation to overcome a number of geopolitical barriers. Another example might be New Zealand which recognized the value of bringing other small, advanced countries together to discuss informally common interests in science, technology and related areas and formed the Small Advanced Economies Initiative. Other countries, notably South Africa, have used science diplomacy extraordinarily well both to build their reputation and to capture access to technologies - the square kilometer array development is a direct tribute to an extraordinary partnership between the scientific and diplomatic community. Investing in science and multilateral partnership is a way of giving a developing

[13] P.D. Gluckman, V. Turekian, R.W. Grimes, and T. Kishi (2017), "Science Diplomacy: A Pragmatic Perspective from the Inside," *Science & Diplomacy*, http://www.sciencediplomacy.org/article/2018/pragmatic-perspective

[14] Peter D. Gluckman, Stephen L. Goldson, and Alan S. Beedle (2012) "How a Small Country Can Use Science Diplomacy: A View from New Zealand," *Science & Diplomacy*, http://www.sciencediplomacy.org/perspective/2012/how-small-country-can- use-science-diplomacy.

country a greater voice and enhancing potentially partnerships for national development, Rwanda is an exemplar of such a strategy.

Clearly, access to technologies is important to multiple aspects of national security - for example, biosecurity is a key issue for countries with a strong agricultural base. But with the emergence of destabilizing cyber threats, greater international cooperation may be needed to ensure adequate protection. More directly, science diplomacy can play an important role in dealing with a national emergency. Many emergencies from pandemics to national disasters need urgent technical inputs and often these may come from other jurisdictions, even in advanced economies. For example, the UK has turned more than once to Dutch hydrologists to assist with flood emergencies. Informal science diplomacy has played a major role in ensuring rapid knowledge transfer in the Covid pandemic.

Countries enter a plethora of international treaties, protocols, and conventions especially in security, trade and environmental management. Many have technical aspects and formal access to science by the negotiating ministry can ensure the decisions made are more likely to be in a nation's interest. Technical aspects of security treaties, agreements (e.g. arms control, chemical warfare) must have scientific support from scientists with security clearances and who understand the policy preferences of a country.

For many developing countries, science diplomacy offers ways of leapfrogging the science, technology and innovation ladder, through support for students to train offshore, through attracting academic and private sector scientific collaboration or in filling gaps in technical capability and capacity. In some cases this can extend to shared infrastructure - for example New Zealand buys defined access to the Australian national cyclotron for both academic and commercial purposes.

Trade is core to every nation's interests. Phytosanitary agreements, standards, definitions all require scientific support to the negotiators. In turn many disputes at the WTO often relate to scientific and technical issues and trade diplomacy needs close relationships with scientific and technical expertise. Increasingly supporting innovation-based investment and supporting trade has become a part of a foreign ministry. Some countries, and increasingly not only the largest countries, have invested in extensive networks of science officers in their embassies, to help build opportunities for their innovators or to identify developments that are of value to their country. Some less well-developed countries are also seeing the need to similarly ensure science and technology are well represented in their embassies. Some sub-national states or provinces such as Quebec also do so and some cities, seeing their key role in technology-based innovation are moving in this direction.

Science diplomacy of mutual interest.

Often nations have a common interest with their neighbors - this may be constructive, for example, in common environmental interests or it may involve reducing tension or both. There are many examples where science has been at the basis of managing bilateral or regional issues. For example, the Dead Sea valley environment is of direct interest to Jordan, the Palestinian Authority and Israel; here scientific cooperation is key to management of this fragile ecosystem. While it may not have had effect, the SESAME cyclotron project in the Middle East is one of the few places where Israelis and Iranians can sit at the same table.

Good examples of joint environmental management include the management of the endangered mountain gorilla population living in the high-altitude jungles at the intersection of Rwanda, the Democratic Republic of the Congo and Uganda. Regional scientific-diplomatic organizations such as the Pacific Commission support technical services to the Pacific Island nations that are too small to be self-reliant. In Europe, many technical services, for example medicines approval, have been consolidated in European agencies through the European Commission. Other countries may do similarly - for example, Australia and New Zealand share technical services in food standards in a joint agency and have very close relationships in biosecurity. In emergencies regional scientific cooperation can be critical for example in the management of the Iceland volcanic ash cloud over European airspace following the volcanic eruption of Eyjafjallajökull in 2010 there was rapid and effective cooperation by science diplomats to resolve air safety concerns.

Science diplomacy and the global commons.

But perhaps of greater and more complex consideration for the diplomatic community are those issues of the global commons. Where nations can align their interests such as in the Antarctic or in the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, there are obvious collective benefits. Where countries cannot align their interests, the global commons inevitably suffers. This has been manifest in the case of the inadequate responses to climate change and arguably in a number of issues related to the Covid pandemic, both in its early stages, in the response of the multilateral system, in the understanding of the pandemic origin and in vaccine supply and distribution.

A fundamental issue is highlighted by the existential risks of both climate change and the pandemic. For such issues to be addressed it is essential for a jurisdiction to see that it is in its vested self-interest to avoid the 'tragedy of the commons[15]'. Yet to avoid such tragedies may require sublimation of more direct and short-term national interests for long-term benefit. This is often hard to achieve and requires domestic as well as international diplomacy as inevitably more short-term issues are likely to dominate any political agenda. It is clear this is where

[15] https://www.jstor.org/stable/1724745

foreign ministries will have to work more closely with other ministries and with the science community.

Much of the world is ungoverned - in particular the deep oceans and outer space: the treaties governing the latter cannot be seen as effective in an era where many more countries are now involved and the private sector has become very active in space. Every year the issues become more complex. Any ungoverned space is at risk from national or private sector interests and there is an urgency to avoid the issues that could emerge from a failure to collectively regulate these spaces. It is complex because of the conflation of planetary interests, the security issues of individual countries and private sector autonomy.

As is discussed below, there are many technologies emerging which could have profound influence on the interests of a nation state and cannot be regulated effectively within a single jurisdiction. Here new thinking is needed about how to ensure technological developments do not create existential risks. Already the virtual world is the most pervasive and ungoverned common space affecting every part of a nation's interest, - there are very big differences between the major technopoles as to the issues of regulation[16] : diplomats are going to be increasingly drawn into this domain.

Science diplomacy in 2022

Such analyses help a foreign ministry parse its needs from the science community. The current worrisome global context highlights the crucial need for both formal and informal mechanisms of science diplomacy to be intensified. In 2022, the world must be seen as relatively unstable. China, the USA and arguably Europe are competing to create technopoles defined by their very different approaches to the internet and subsequent technologies. At the same time Russia, India, and other countries are wanting to establish a greater presence in an increasingly technological world. The retrenchment from globalization and the persistent failure to reform the post-World War 2 multilateral institutions despite changing geopolitical and existential circumstances is apparent. The multilateral system is poorly operating, the WTO and rules-based trade is in difficulty, countries have withdrawn from the one UN organization, most engaged with science, UNESCO.

Even in the immediate crisis of the Covid Pandemic, the multilateral system has at best performed patchily. Debates over the origin of the virus, which have both scientific and political origin, interfered with progress in addressing the pandemic. While international collaboration at a scale and speed unprecedented between academics and private sector scientists produced effective vaccines in short order, the international agreements to provide adequate vaccines

[16] I Bremmer 2021 The Technopolar moment: how digital powers will reshape the world order: https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2021-10-19/ian-bremmer-big-tech-global-order

rapidly to nations of the global south have been slow and inadequate.

Unlike after the Chernobyl disaster where there were rapid new international agreements put in place to remedy deficits in notification and cooperation in response to nuclear accidents[17], over two years into the pandemic and there is no consensus on how to improve the multilateral response to a potential pandemic even though there are powerful reviews highlighting the need especially around notification. The global response to climate change represents a failure of the multilateral system to respond appropriately to science, even though the existential consequences of not doing so adequately become more apparent each year.

But while these are the obvious issues there are many more. Geopolitical and economic interests are leading to contestation over the melting Arctic, deep seabed mining with uncertain, but potentially serious environmental consequences is around the corner, private sector space launches are interfering with earth based astronomical observations. New technologies are emerging with social and societal consequences at speed. The internet which started in the USA as a defense-focused initiative and then, with the development of the world wide web developing out of laboratory needs at CERN, morphed into an unregulated global network. But this has spawned the emergence of techno-oligarchies with immense power - so much so some nations such as Denmark have appointed diplomatic envoys to those companies. This is understandable in the chase to be inclusive of innovation opportunities, but the manifest impacts of the internet and what followed on promoting misinformation, cybercrime, and undermining security have impacted on nations, on democracy and on individuals.

The rapid development of technologies that cross-national borders and, in many cases, cannot be easily controlled at national borders is a growing security and sovereignty issue. Already cryptocurrencies and the dark web create avoidance measures from national sovereignty. Quantum technologies, AI and the emergence of virtual reality (the metaverse) offer many positive opportunities, but their broader and often worrisome implications will influence every foreign ministry.

The need for global agreement on standards and adaptive regulation is obvious if we are to avoid some of the mistakes that we now see so clearly with the internet. But given the very different approaches of the China and American technopoles this seems impossible to obtain. But it may even be that over time as the virtual world creates even more loyalty from its customers and provides more services, that partisan affiliation shifts from the nation state to the virtual entity. Clearly every nation state has a vested interest in how these technologies emerge and

[17] https://www.iaea.org/topics/nuclear-safety-conventions/convention-early-notification-nuclear-accident

operate, yet they are hard to control within a single jurisdiction, at least those without very intense autocratic oversight, and the multilateral system is clearly not well placed to address these issues.

Other technologies also can cross borders - modified organisms such as infertile mosquitoes may turn out to be valuable in promoting human health by reducing vector borne disease spread but they need examination in local context and with social license. Over the coming decades more life science technologies, especially genetic manipulation based, will be used in food production, health and environmental management. Distinguishing political from technical assessments will be difficult but many of the global commons' issues will require access to such technologies. How will agreements on such value-laden matters be dealt within the global community?

Conversely, we have no effective processes that could be brought to bear in the face of a catastrophic 'black swan' event such as a super-volcanic eruption, a major meteor impact or a geomagnetic event (a solar flare) of the scale of the Carrington event of 1859[18]. The rise of potentially fully autonomous (AI-controlled) weapons, and the failure to have a scientific apparatus to support the Convention on Biological Warfare, are other issues of direct interest to a foreign ministry yet with significant scientific aspects.

Alongside these concerns, there is the manifest failure of progression on many of the sustainable development goals. In many cases, these will need mission-led science, embracing new modalities inclusive of both social and natural sciences, globally conducted, but locally applied. How would such initiatives be funded? The International Science Council has established a Commission to explore how to explore these issues[19].

Looking ahead

These and many more issues will challenge a foreign ministry. No single science advisor can be expert on these issues, but having a science advisor in the strategy sessions of a foreign ministry can advise when science is needed and how it can help and act as the two-way broker between the diplomats and the science community. Foreign ministries need resident expertise to know how to reach out to their science communities to assist in reaching the national interest.

The multilateral system needs to strengthen its use of science. Without the IPCC processes and their robust approach to evidence synthesis, we would be in even greater deficit with regards any political momentum on addressing anthropogenic climate change. Some UN agencies such as WHO and UNEP have formal science advice systems including chief scientists, but the UN, centrally presently, does not. Yet virtually every issue the UN addresses has a scientific dimension.

[18] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5215858/

[19] https://council.science/current/press/sustainability-missions/

While this essay has not focused deeply on social science, the emergence of robust social science has been critical in the pandemic and can be applied much more to areas such as social cohesion and conflict reduction.

For a short period under the previous secretary general, the UN did have a science advisory mechanism, but it was ineffective for structural reasons. It did not report to the center of the UN system but rather to UNESCO and thus could not easily distinguish the views of the scientific community from policy considerations. It did not have an independent mechanism to reach out to the global science community and seek appropriate expertise, and it had no mechanism for matching what it might offer to what the global community needs. There is currently discussion between the International Science Council and the UN Secretary General's office as to ways to establish a more effective mechanism.

But as policy decisions in the UN system are in the end decisions of the member States, negotiated and voiced through diplomatic representation, the importance of foreign ministries linking domestically with the science system grows.

But formal processes alone are not enough. Track 2 processes were very helpful in managing tension in the cold war[20]. The opportunities are even greater now. Science is now much more global and interconnected. The growth in interest in science diplomacy there is a very informal network of some 35 countries' foreign ministries' science advisors or scientists with close links with their foreign ministries. This entity the Foreign Ministries Science and Technology Advisors Network (FMSTAN)[21] is a very active network - while it is primarily a forum for information exchange it creates mechanisms that can be very valuable between countries that may not always have opportunities to interact. It includes members from both large and small countries, developed and less developed.

The science community itself offers considerable opportunities. Science is both globalized and an international language and culture. The International Science Council (ISC) is the global NGO representing science including the scientific academies, national and social science disciplinary bodies. Its predecessors played a major role in establishing the IPCC and in initiating the International Geophysical Year (1957) which was the precursor to the development of the Antarctic treaty. It sponsors many international research and research policy programs, often in partnership with UN agencies such as the World Climate Research Program which is jointly sponsored by the World Meteorological Organization. Its affiliated bodies include many scientific committees including the Scientific Committee for Antarctic Research and the World Data System and the International

[20] Gluckman P and Turekian V (2020) Rebooting science diplomacy in the context of Covid-19 https://issues.org/rebooting-science-diplomacy-in-the-context-of-covid-19-lessons-from-the-cold-war/

[21] https://www.ingsa.org/divisions/fmstan/

network for Government Science Advice (which provides the secretariat to FMSTAN). It is thus deeply embedded in both scientific collaboration and in aspects of science diplomacy. The ISC is still evolving, having been developed by the merger of the two long-standing global natural and social science NGOs only three years ago. But this convergence offers an opportunity to greatly enhance cooperation between diplomatic and scientific communities to address issues of the global commons and to promote understandings that can assist national development.

Science diplomacy is no longer a marginal activity. Indeed, governments which ignore it will find themselves increasingly disadvantaged in a multipolar world where there are multiple threats of environmental and human origin and where technologies and knowledge properly used can do much to advance each nation's individual and common interests. Foreign ministries need to give greater emphasis to this domain.

Nuevos rumbos para la diplomacia científica

Pedro Ivo Ferraz da Silva.[22]

Resumen

La diplomacia científica es celebrada por sus agentes y estudiosos como un instrumento eficaz que sirve a múltiples propósitos, entre ellos el avance del conocimiento científico, el acercamiento entre países y el enfrentamiento de los desafíos globales. Sin embargo, la pandemia de Covid-19 reveló que muchos actores tienden a abdicar de las prácticas y los principios de este campo de la diplomacia para perseguir independientemente sus propios objetivos. Además del fracaso circunstancial, la diplomacia científica lleva en sí misma contradicciones que aumentan sus posibilidades de falla. En ese sentido, se afirma que el discurso más influyente de la diplomacia científica es ideológico, ya que presupone la igualdad entre los agentes, al tiempo que refuerza las disparidades entre ellos. A partir de la presentación de algunos de los elementos contradictorios de la diplomacia científica, este artículo propone que, en el contexto de un nuevo ciclo de política exterior post-pandémico, la diplomacia científica debería seguir nuevas direcciones. El texto sugiere un conjunto de cinco desarrollos deseables, tanto teóricos como prácticos, para fomentar un debate menos romántico y lograr resultados que corroboren efectivamente para la superación de los desafíos, a nivel global y nacional.

Introducción

La palabra "transición" volvió a estar de moda. Tanto como testimonio del momento presente, como en lo que los angloparlantes suelen llamar "wishful thinking". De hecho, nadie puede negar que estamos atravesando un gran torbellino de transformaciones, de las más variadas. La digital, con todas sus ramificaciones; la biotecnológica, que pasa, sobre todo, por los entresijos de la manipulación genética; la artística, que parece asentarse cada vez más en la virtualidad; la financiera, en un proceso gradual de descentralización. Otras variantes son más bien proyecciones, optimistas o pesimistas, que un retrato de la realidad cambiante. La transición energética sigue siendo una necesidad dispersa, y está lejos de ser un hecho general. La revolución del mercado laboral provocada por la Inteligencia Artificial es todavía una advertencia o una expectativa. El gran "Metaverso", la más reciente de las euforias tecnológicas, pertenece, por ahora, más al ámbito de la imaginación que al de la realidad.

La "diplomacia de la ciencia" o "diplomacia científica" desempeña un papel fundamentalmente instrumental en este

[22] Diplomático de carrera, Embajada de Brasil en Alemania.

complejo conjunto de transiciones reales y previstas. Fruto del encuentro entre los grandes ámbitos de las "relaciones internacionales" y la "ciencia", este concepto (clasifiquémoslo provisionalmente así) se presenta como una herramienta multifuncional que promete cumplir una amplia gama de objetivos, tanto políticos como científico-técnicos. Muchas de las transiciones completadas y en curso dependeron de acuerdos científicos y tecnológicos internacionales para ponerse en marcha (tomemos el ejemplo de los consorcios para la estandarización de los sistemas de comunicación de telefonía móvil), otras aun carecen de ellos para llevarse a cabo de forma efectiva (como la universalización de los sistemas de generación de energía renovable). La diplomacia científica se deja sentir, sobre todo, en conquistas puntuales que, acumuladas, conducen a transformaciones estructurales.

Entre sus éxitos probados están las grandes infraestructuras científicas internacionales (ESO, CERN, el telescopio James Webb, entre muchos otros), que no podrían existir sin la concertación diplomática y la consiguiente unión de las capacidades de múltiples Estados. En casos más extremos, como el de la fuente de luz sincrotrón SESAME ("Synchroton-Light for Experimental Science and Applications in the Middle East"), en Jordania, la habilidad diplomática de la comunidad científica se ha anticipado a la diplomacia de los Estados y trata de mostrar a éstos una posible vía de diálogo.

Los méritos de la diplomacia científica incluyen también muchos de los grandes regímenes internacionales. La confluencia fortuita entre, por un lado, la capacidad de la ciencia de generar pruebas a partir de la observación metódica y, por otro, la voluntad de los gobiernos de negociar a partir de esas pruebas y no sólo en función de sus intereses nacionales inmediatos, condujo a la institucionalización de regímenes como el del cambio climático, la biodiversidad, la conservación de las especies migratorias y la protección de la capa de ozono. Sin científicos dispuestos a llamar la atención sobre los riesgos acuciantes y sin diplomáticos dispuestos a escuchar y negociar basándose en las pruebas objetivas de estos clamores, sería imposible poner en marcha iniciativas para hacer frente a las amenazas globales. Entre estos regímenes, el Tratado Antártico tiene la peculiaridad de utilizar la ciencia como medio y como fin, ya que la exclusividad de la actividad científica garantiza también la conservación del continente helado.

Además de estos ejemplos emblemáticos, repetidos hasta la saciedad en la creciente literatura académica del área, existen acuerdos bilaterales, programas temáticos en mecanismos regionales e interregionales e iniciativas lideradas por organizaciones internacionales, que permiten la puesta en marcha de un gran número de proyectos y emprendimientos científicos que cruzan las fronteras. A través del programa europeo Horizonte 2020, decenas de miles de universidades, institutos y empresas, tanto en Europa como en otras regiones, han visto

financiados sus esfuerzos de investigación, muchos de ellos en formato de colaboración internacional. Cada año desde 2016, las agencias de financiación pública de los países BRICS han publicado convocatorias conjuntas de investigación básica y aplicada en campos prioritarios como la astronomía, la resistencia antimicrobiana, la medicina de precisión y la fotónica. Con el requisito de que cada propuesta sea presentada conjuntamente por instituciones de al menos tres países del bloque, las convocatorias han fomentado las alianzas entre científicos que tradicionalmente sólo colaboran con sus homólogos de los países del norte global. El Programa de Becas de Investigación de la Unión Africana (AURG), ejecutado en colaboración con la Comisión Europea, también ha fomentado la formación de grupos de investigación multinacionales, con especial énfasis en la agricultura.

El fracaso de la diplomacia científica

Pero la diplomacia científica es, a pesar de sus éxitos, un instrumento que todavía carece de ser plenamente utilizado. Ningún otro fenómeno reciente ha hecho tan evidente su fracaso como la pandemia de Covid-19. A pesar del alcance mundial de la enfermedad, de la evidente interdependencia entre los países para combatirla y de la flagrante disparidad en la capacidad de los funcionarios sanitarios nacionales para contenerla en sus respectivos territorios, prevalecieron las estrategias nacionales aisladas. El predominio de las medidas unilaterales, como el cierre de fronteras y la prohibición de las exportaciones, y la oposición a la concesión temporal de los derechos de propiedad intelectual revelaron que la acción concertada entre las naciones sigue sin ser la forma más obvia de enfrentarse a los retos comunes, incluso cuando existen claras recomendaciones de la ciencia. Los llamamientos contenidos en los mantras " *Leave no one behind*" y " *No one is safe, until everyone is*", muy bien respaldados por estudios de epidemiólogos e infectólogos, no han encontrado eco en la mayoría de los responsables de la toma de decisiones.

El resultado más evidente de esta postura generalizada puede verse en el fiasco de la "*COVAX facility*", un mecanismo implementado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la compra y distribución conjunta de inmunizantes a los países en desarrollo. Como señala la propia OMS, "la ambición de COVAX se ha visto comprometida por el acaparamiento/almacenamiento en los países ricos y los brotes catastróficos, lo que ha provocado el bloqueo de las fronteras y del suministro. Y la falta de intercambio de licencias, tecnología y conocimientos técnicos por parte de las empresas farmacéuticas hizo que no se utilizara la capacidad de fabricación" (Naciones Unidas, 2021). En ausencia de un esfuerzo multilateral exitoso, muchos actores han tratado de llamar la atención sobre acciones bilaterales como la donación de vacunas, equipos de oxigenación y otros suministros para el tratamiento de los pacientes. Si bien estas medidas deben ser celebradas, no se puede dejar de notar que muchas de ellas

enmascaran decisiones mucho más perjudiciales por parte de los mismos actores (por ejemplo, retrasar la exportación de ingredientes, incautar el material en tránsito) y que otras fueron motivadas por la verificación a posteriori de la baja demanda interna, especialmente ante la oposición a la vacuna en los países industrializados.

A pesar de esta competencia internacional por los recursos y las vacunas, el espíritu de cooperación de algunos científicos persistió y se convirtió en uno de los pocos referentes de la diplomacia científica de la pandemia. Gracias a la oportuna unión del mapeo genético de los ejemplares de Coronavirus diseminados por el mundo, la comunidad internacional ha podido vigilar eficazmente la aparición y diseminación de las cepas, facilitando la actuación de las autoridades sanitarias. La base de datos "GISAID", que ha sido el principal vehículo de intercambio de información sobre las variantes del SARS-CoV-2, se creó en 2008 después de que decenas de investigadores se movilizaran ante la falta de disponibilidad de datos genéticos sobre el virus causante de la gripe aviar (H5N1). La creciente evidencia de que las enfermedades altamente infecciosas pueden combatirse eficazmente mediante un seguimiento detallado de la evolución del genoma del patógeno llevó a la creación de este mecanismo de intercambio internacional, cuya idea fue adoptada posteriormente por la OMS y los gobiernos nacionales.

La pandemia puso de manifiesto el elevado costo de oportunidad que puede suponer la ausencia de una verdadera diplomacia científica. Decir que la diplomacia científica fracasó o simplemente no existió equivale a decir que la comunidad internacional, a pesar de la evidencia científica, no pudo coordinarse para buscar soluciones conjuntas a un problema universal.

Crítica a la narrativa de la diplomacia científica

El fiasco vivido en el contexto de la pandemia parece reforzar la tesis, defendida en los últimos tiempos por algunos académicos, de que la diplomacia científica se ha sustentado y propagado en narrativas un tanto irreales. Flink (2020) ha llamado la atención sobre el predominio de un discurso sensacionalista entre sus defensores y académicos. Él sostiene que el concepto reside en un pretendido cosmopolitismo, derivado directamente de la universalidad de la ciencia, que presentaría a los científicos como personas naturalmente inclinadas al intercambio de conocimientos y a la apreciación de las afirmaciones de la verdad, independientemente del origen del proponente. Esta narración romántica ocultaría la cruda realidad, plenamente estudiada por la sociología, de que el quehacer científico no está exento de chovinismo y vanidad, y generalmente está impulsado por el espíritu de competitividad.

En el mismo sentido, en un estudio de caso sobre redes internacionales de centros de ciencia e innovación, Epping (2020) propone "abrir la caja negra" de la diplomacia científica. La investigadora revela el uso de la retórica universalista por parte de los países

desarrollados para enmascarar ejercicios nacionalistas de proyección de influencia, creación de marcas y mejora de las condiciones de competitividad.

Ambas críticas, así como la mayoría de los estudios "románticos" sobre la diplomacia científica, adoptan como punto de partida la famosa tríada propuesta por la Royal Society británica y la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) en 2010 (Royal Society, 2010). Fácil de entender y sencilla de asociar con ejemplos concretos, la triple definición se hizo rápidamente popular en los círculos especializados, tanto académicos como gubernamentales, y ha venido guiando una amplia gama de reflexiones e incluso estrategias gubernamentales. A nivel latinoamericano, por ejemplo, son emblemáticos los "Alineamientos de la Estrategia de Diplomacia de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación" de Panamá (2019) y un conjunto de recomendaciones para fortalecer la diplomacia científica en la región, proyecto liderado por la oficina de la UNESCO en Montevideo (Soler, 2020). Ambos documentos están muy influenciados por dicho esquema angloamericano.

La mencionada definición -que, con el paso del tiempo, llegó a cumplir un papel aún más influyente como "marco conceptual"- se presenta como una lista limitada de relaciones entre los dos campos de cuya intersección surge el término "diplomacia científica", a saber, por un lado, la "diplomacia" y, por otro, la "ciencia". En un ejercicio combinatorio, se llegó a la conclusión de que los dos campos pueden estar asociados por la perspectiva de la instrumentalización recíproca ("diplomacia para la ciencia" y "ciencia para la diplomacia") o por la pesrectiva, derivada de la anterior, en la que uno hace uso de los resultados puestos a disposición por el otro ("ciencia en la diplomacia").

No es necesario subrayar que se trata de una definición frágil. En primer lugar, la propia clasificación como "definición" es problemática, ya que no se intenta explicar qué es el concepto, sino enumerar los subámbitos de actuación en los que se materializa. A lo sumo, puede decirse que se trata de un intento de definición indirecta -por inducción-, en el que el lector, al ser conducido inmediatamente a los campos de la práctica, se ve inevitablemente impelido a inducir qué es el concepto. Haciendo justicia, los proponentes de la tríada no parecen haber pretendido que fuera de otra manera. En la publicación original, el conjunto se presenta como "tres dimensiones de la política". El propio concepto, según los autores, sería "fluido". El error de tomar la propuesta como una definición no habría sido, por tanto, de quien la elaboró, sino de quien la elevó posteriormente a este nivel.

Sin embargo, incluso si fuéramos lo suficientemente prudentes como para interpretar la tríada como un mapa esquemático de aplicaciones, sus deficiencias seguirían siendo evidentes. Se le puede atribuir cierta arbitrariedad. ¿Por qué no hablar de "diplomacia en la ciencia" como cuarta dimensión, que se ejemplificaría con la influencia de los principios diplomáticos

(autodeterminación de los pueblos, no intervención, resolución pacífica de conflictos, respeto de los derechos humanos) en las relaciones internacionales entre instituciones y equipos científicos? Los métodos que emplean los grupos de investigación para dirimir disensiones, construir consensos, respetar la autonomía del otro y cultivar relaciones duraderas pueden interpretarse como ejercicios concretos de diplomacia, dotados de las características peculiares del entorno científico.

Además, parece haber una cierta pretensión de exhaustividad en la mencionada triple lista, que descarta muchas otras posibles aplicaciones, especialmente las que van más allá de la mera yuxtaposición combinatoria de los términos "diplomacia" y "ciencia". ¿No podría interpretarse la creciente tendencia a clasificar, cuantificar, comparar, jerarquizar, simular y proyectar los activos de poder de los Estados nacionales y utilizar estos conocimientos para definir las estrategias de política exterior como un proceso de cientificación de la diplomacia, y por tanto, de "diplomacia científica"? La evolución de la propia disciplina "Teoría de las Relaciones Internacionales", a la que se han aplicado los instrumentos de las ciencias sociales, las ciencias políticas y las ciencias exactas, puede interpretarse como un proceso de "fusión" entre el pensamiento diplomático y el científico. La racionalización de los procesos diplomáticos, fenómeno que encajaría perfectamente en la teoría weberiana de la modernidad, no puede dejar de ser otra interpretación plausible para el concepto que nos ocupa.

Flink (2020) señaló otros puntos débiles de la triple "pseudodefinición". Por un lado, llamó la atención sobre un proceso circular y autojustificado de mantenimiento del concepto: la ciencia informa y ayuda a la diplomacia, que a su vez ayuda a la ciencia. Se trata, según el crítico, de una estrategia retórica de autolegitimación, condición que imposibilita la actualización del concepto ante la evolución de los contextos materiales y simbólicos. Al encerrarse en sí misma, la "diplomacia científica" se cierra al mundo. Por otro lado, Flink denuncia que la tríada no contempla las externalidades negativas de la ciencia, asumiendo, por tanto, una versión parcial y poco realista del concepto. Si se quiere pensar en la diplomacia de la ciencia en todas sus dimensiones, habría que contemplar los casos en los que la ciencia es fuente de incertidumbres e instrumento permanente de crítica de la verdad.

La ideología de la diplomacia científica

Tras este proceso de examen crítico de las bases conceptuales de la diplomacia científica, cabe señalar una dimensión adicional. Es lo que podría llamarse la "ideología de la diplomacia científica".

Se entiende por "ideología" todo concepto que esconde contradicciones internas y que, al propagarse, refuerza estas contradicciones. En su origen marxista, tal significado de ideología se atribuyó originalmente a valores como la "democracia" y la "libertad", cuyas

afirmaciones dentro de las sociedades capitalistas servirían para justificar la explotación del proletariado por parte de las clases dominantes. Proclamar que un trabajador es libre porque tiene autonomía para vender su mano de obra a cualquier empresario, durante el tiempo que quiera, ocultaría el hecho de que el trabajador está materialmente vinculado a esta relación, ya que abdicar de ella implicaría abdicar de sus propias condiciones de existencia.

La conclusión de que se produciría un fenómeno de efecto similar en la difusión del concepto de "diplomacia científica" se deriva de la observación de las incoherencias entre la idea y su realización. La principal "definición" de "diplomacia científica", sus desdoblamientos teóricos y prácticos, sus ejemplificaciones, las colecciones de buenas prácticas que se derivan de ella ocultan los vicios estructurantes que hacen imposible la plena realización del término. Por dejar de lado el debate sobre las incoherencias y paradojas inherentes, el esfuerzo actual por desarrollar este campo de la diplomacia contradice los propios valores a los que se asocia, como la "colaboración", la "unión" y la "solidaridad". Y no sólo porque, como decíamos antes, la ciencia puede ser también un campo de disputas, sino también porque la ciencia puede ser un juego extremadamente desigual, en el que hay pocos ganadores y muchos perdedores.

Sugerimos que el discurso predominante de la diplomacia científica es ideológico, ya que se abstiene sistemáticamente de llamar atención sobre las disparidades entre sus agentes. La valoración de que la diplomacia científica puede emplearse para resolver retos comunes (cambio climático, pandemias, extinción de especies), para hacer avanzar el conocimiento de la humanidad sobre determinados fenómenos naturales o para acercar políticamente a naciones enemigas debe ir acompañada de un cuestionamiento de las capacidades, tanto diplomáticas como científicas, de los actores implicados. Más aún, debería ir acompañada de una reflexión sobre "si" y "cómo", en estas funciones atribuidas a la diplomacia científica, se están reforzando o disminuyendo las eventuales diferencias de capacidades entre los actores. La consideración de estos aspectos lleva inevitablemente a pensar sobre los posibles intentos de instrumentalizar la diplomacia científica con fines de sumisión y de creación de dependencias.

Este elemento oculto de la diplomacia científica, así como sus efectos, pueden identificarse, sobre todo, a nivel de los actores más tradicionales de las relaciones internacionales, los Estados. Quizás sea redundante recordar que uno de los muchos grupos de indicadores de disparidad entre países está relacionado con las producciones científicas y tecnológicas. Según los cálculos realizados a partir de la base de datos Scimago, sólo 10 países produjeron el 60% de las publicaciones de artículos científicos del mundo en 2020. Ese mismo año, según datos de la OMPI (2021), 10 oficinas de propiedad intelectual concentraron el 91,7% de todos los registros de patentes. Sólo las

tres oficinas más activas -China, Estados Unidos y Japón- acumulan el 72,7%.

Con semejante desequilibrio, resulta trivial que los grandes emprendimientos científicos y tecnológicos internacionales -como los telescopios, los satélites o los aceleradores de partículas- sean copatrocinados por unos pocos países. De hecho, uno de los ejemplos más célebres, la Estación Espacial Internacional (ISS), es el resultado de un acuerdo entre las agencias más tradicionales del sector: la NASA (Estados Unidos), Roscosmos (Rusia), CSA (Canadá), Jaxa (Japón) y la ESA (Europa, incluyendo también algunas entidades europeas de ámbito nacional). A pesar de la infraestructura estar abierta al uso de terceros, como fue el caso de Brasil en 2006, hay pocos países que tienen un programa espacial mínimamente estructurado para utilizarla. Existen, por supuesto, mecanismos en que participan economías menos desarrolladas, como el ya mencionado SESAME (miembros son Chipre, Egipto, Irán, Israel, Jordania, Pakistán, Palestina y Turquía, además de los miembros observadores). Sin embargo, se trata de emprendimientos poco frecuentes que requieren una amplia movilización y no están libres de dificultades de funcionamiento debido a la inconstancia de recursos.

La escasa participación de los países en las instalaciones de gran escala contribuye a profundizar las desigualdades en términos de capacidades científicas y tecnológicas. En primer lugar, porque son precisamente las comunidades científicas de los países patrocinadores las que más se benefician de las observaciones e investigaciones realizadas en estas infraestructuras. Aunque, en algunos casos, los datos obtenidos estén disponibles en plataformas públicas, de acceso universal, éstas están más directamente alineadas con los objetos de investigación de los científicos que proponen y definen el alcance de las observaciones. Además, al encargarse de la operacionalización de los experimentos, los grupos implicados adquieren importantes capacidades tácitas, no codificadas, a las que difícilmente pueden acceder los investigadores que reciben los resultados ya producidos. En segundo lugar, porque los países que financian estas infraestructuras suelen tener la ventaja de contar con sus empresas como proveedores. Esta exclusividad permite a las empresas aumentar su capacidad tecnológica, ya que los equipos y piezas que requieren los grandes proyectos suelen ser muy específicos e inéditos. La importancia estratégica del suministro de grandes infraestructuras llevó a Alemania, por ejemplo, a crear una oficina dedicada a coordinar la participación de sus empresas en las licitaciones del CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), el ESO (Observatorio Europeo Austral), el ILL (Instituto Laue-Langevin) y el ESRF (Instalación Europea de Radiación Sincrotrón).

El discurso ideológico de la diplomacia científica es, sin embargo, más eficaz en el ámbito de la cooperación directa entre actores desiguales. Los acuerdos científicos internacionales suelen presentarse y

percibirse como un vínculo entre iguales, en el que las partes actúan en condiciones similares y participan por igual en los beneficios. De hecho, ya son tradicionales los programas de financiación de la investigación binacional en los que cada parte se hace cargo del 50% de los costes, como la movilidad profesional, los consumibles y los eventos. A menudo, para reducir los trámites burocráticos y evitar los gastos financieros de funcionamiento, los organismos coparticipantes se hacen cargo cada uno de los gastos en sus respectivos territorios, condición que iguala los desembolsos según el criterio de paridad de poder adquisitivo.

Pero bajo el velo de la igualdad pueden esconderse relaciones desequilibradas, en las que tanto el reparto de tareas como la capacidad de uso de los resultados reflejan las disparidades entre los agentes. En la mayoría de los casos, la incongruencia se manifiesta ya a nivel de los organismos de financiación. Debido a sus conocimientos superiores en campos científicos y tecnológicos específicos, los países desarrollados son más capaces de articular e imponer sus preferencias temáticas, que a menudo son aceptadas acríticamente por la otra parte. Es muy natural pensar que un especialista indique, con un alto grado de convicción, qué subáreas de un campo temático son las más adecuadas para el trabajo de investigación internacional. Y es más plausible imaginar que, en este ejercicio, el especialista señala precisamente las subáreas en las que su parte puede sacar más provecho de la relación, sin tener en cuenta las posibles prioridades de la otra parte. Sin una mínima capacidad de articular preferencias, la parte más débil tiende a asumir la agenda impuesta por la parte más capaz.

También en el ámbito de las instituciones de investigación u otras entidades de I+D, los desequilibrios pueden revelarse en varios momentos. Por lo general, la identificación de posibles *partners* implica una mayor discreción por parte de las instituciones más tradicionales. En ellas, la decisión de establecer una asociación se basa en un amplio conocimiento de las competencias de los actores internacionales en campos temáticos específicos y se guía por criterios estrictamente utilitarios. Por ello, la cooperación con entidades de países en desarrollo no siempre se considera prioritaria. Cuando lo son, suelen consistir en facilitar el acceso a objetos de investigación localizados geográficamente, como recursos naturales, yacimientos arqueológicos o grupos sociales específicos. Por el lado de las instituciones de las economías en desarrollo, la apertura a las colaboraciones tiende a ser mayor, sobre todo cuando se dibujan las posibilidades de creación de capacidades, por muy vagamente que la diseñen. La disponibilidad de recursos para financiar proyectos conjuntos es en muchos casos un atractivo crucial para que estos actores respondan positivamente al interés de sus homólogos más ricos.

En el transcurso de los proyectos, la discrepancia de capacidades puede reflejarse en la delimitación del ámbito de

aplicación, la selección de las muestras, la elección de la metodología de investigación, la división de las tareas, la elaboración de una lista de criterios para evaluar los resultados y la definición de la forma en que se presentarán las conclusiones. Todos estos aspectos, como es sabido, son potenciales puntos de contacto entre la ciencia, por un lado, y los valores e intereses, por otro. En la medida en que la parte más capacitada está, casi naturalmente, en una posición superior para dirigir todos estos subprocesos, dirige el proyecto conjunto hacia sus propios objetivos, en muchos casos en detrimento del socio menos preparado. La cooperación, que conlleva la promesa de beneficiar a todos bajo la apariencia de una plena armonía de facultades, tiene como resultado la profundización de la brecha científico-tecnológica entre los implicados.

Uno de los fenómenos más reveladores de la naturaleza ideológica de la narrativa de la diplomacia científica es el de la "ciencia colonial" o "colonización científica". Aunque parezca poco interesante para los actores tradicionales, el concepto ha cobrado un gran impulso con el testimonio de la bióloga marina srilanquesa Asha de Vos (2020), resumido recientemente en un artículo para una revista científica estadounidense. De Vos denunció la postura de las instituciones del Norte Global, que se valen de las asociaciones con actores de los países en desarrollo para obtener facilidades logísticas y burocráticas que permitan el acceso a los objetos científicos, pero que no se preocupan por capacitar a los científicos locales ni por compartir los datos recogidos. En el caso concreto de la bióloga, sus compañeros le pidieron que gestionara los permisos de entrada a Sri Lanka para poder investigar una hipótesis que ella propia había planteado, sobre la alimentación de las ballenas azules en aguas tropicales. Si no fuera por la persistencia de De Vos, que hoy dirige uno de los principales programas de conservación de ballenas del mundo, Oceanswell, su descubrimiento sería más un logro científico de una universidad de una economía desarrollada.

Otro contexto en el que se agravan las disparidades entre países es el de la movilidad académica y profesional. La llamada "fuga de cerebros" no es un fenómeno reciente, y ha sido estudiada durante décadas por las Ciencias Sociales. Se trata de un proceso de lo cual los países desarrollados se aprovechan cada vez más para mejorar sus sistemas científico-tecnológicos y mantener sus posiciones de liderazgo. Ante la escasez de profesionales de alto nivel intelectual, tanto en la investigación básica y aplicada como en el desarrollo tecnológico, los gobiernos y las entidades educativas y de investigación han estructurado el proceso de captación de nuevos talentos mediante la concesión de becas internacionales de investigación, la oferta de plazas permanentes en instituciones de renombre y la creación de sedes remotas en grandes "graneros" académicos. Si en el contexto específico de la relación sólo entre países desarrollados tal estrategia puede entenderse como una sana competencia por los intelectos, en el contexto de la relación Norte-Sur este

proceso puede interpretarse como la institucionalización de un flujo migratorio unidireccional.

El debate sobre los efectos de la movilidad de los investigadores a los países en desarrollo aun no está resuelto. Por un lado, hay los que sostienen que el envío de estudiantes e investigadores a instituciones de excelencia en los países ricos es uno de los mecanismos más eficientes para la transferencia tecnológica y el *catch-up*, dada la centralidad del capital humano en este proceso. De hecho, países como Corea del Sur, Singapur y China han podido elevar el perfil de la investigación científica y el desarrollo tecnológico gracias a la formación y la experiencia que sus nacionales han adquirido en los principales centros, especialmente en Estados Unidos y el Reino Unido. El programa "*Ciência sem Fronteiras*" del gobierno federal brasileño, que financió más de 100.000 becas de grado y posgrado en el extranjero entre 2011 y 2017, es un ejemplo llamativo del carácter estratégico que puede adquirir la internacionalización de investigadores y estudiantes.

Las voces menos optimistas, en cambio, sostienen que la capacidad de reabsorción del talento es limitada y que dependería de coyunturas políticas y económicas muy favorables. Los investigadores e ingenieros se verían atraídos, en la mayoría de los casos, por ventajas profesionales (proyectos ambiciosos, infraestructuras de investigación) y materiales (salario, calidad de vida, servicios públicos) muy difíciles de ofrecer por las economías en una fase de desarrollo menos avanzada. Países como India, Brasil y Argentina, que cuentan con un sistema de educación superior respetable, pero que tienen dificultades para ofrecer condiciones competitivas para realizar investigaciones científicas y desarrollar tecnologías muy sofisticadas, serían los más afectados por esta migración de talentos. A menudo, ni siquiera los momentos de prosperidad son capaces de evitar una emigración importante. Según estudio de la Fundación Nacional de la Ciencia de Estados Unidos (NSF, 2013), entre 2003 y 2013, periodo en el que la economía de la India creció una media del 6,9% anual, el número de científicos e ingenieros de ese país en Estados Unidos se incrementó en un 85%, hasta casi alcanzar la marca del millón de individuos.

Recientemente, el choque de visiones ha incorporado nuevos elementos, y ha motivado la aparición de una nueva narrativa. En lugar de la connotación negativa explícita del término "fuga de cerebros", algunos académicos han preferido referirse a la "circulación de cerebros" como un concepto de orden superior para estudiar los diversos aspectos de la movilidad de investigadores e ingenieros. Este renovado marco conceptual ha pasado a contemplar análisis más amplios de los beneficios y las pérdidas, evaluando efectos como la remisión de recursos, la mayor propensión de la población nativa a educarse y el papel de "puente" que desempeñan los científicos emigrados, entre otros.

Uno de los términos que ha cobrado más fuerza en este nuevo contexto es el de "red

de la diáspora", que lleva en sí mismo el énfasis en la autoorganización de los emigrados, con diversos propósitos, entre ellos el intercambio de experiencias, la acogida de los recién llegados, la puesta en común de oportunidades y, precisamente, la creación de vínculos con las instituciones del país de origen. Aunque esta nueva perspectiva más completa contribuye a un examen más honesto de los múltiples aspectos implicados en la migración de profesionales de alto perfil intelectual, existe el riesgo de que las categorías más tradicionales y de mayor importancia para el examen del fenómeno de la movilidad en países en desarrollo, en particular la "fuga de cerebros", queden relegadas a un segundo plano. Con mayor disponibilidad de recursos, los países industrializados tienden a priorizar los estudios que reforcen sus intereses más cercanos, la adquisición estratégica de talentos, y por ende propaguen la idea de que hay un intercambio armonioso de investigadores y profesionales.

Un último ejemplo de cómo los acuerdos internacionales también pueden enmascarar y profundizar las disparidades proviene del contexto multilateral. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), cuyos informes apoyan las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), reúne a científicos de todas las regiones del mundo en grupos de trabajo temáticos. La preocupación por la diversidad geográfica de los especialistas es fundamental y constituye, además del conocimiento científico, un elemento central de la legitimidad de dicho organismo.

Sucede que, a pesar de que el equilibrio entre las regiones garantiza la pluralidad de perspectivas que es importante para la evaluación de un fenómeno global, la mayor parte de las observaciones y los trabajos científicos en los que los miembros del IPCC basan sus informes de síntesis se realizan en instituciones de investigación de los países desarollados. Es cierto que, al trabajar en red con otros institutos y disponer de instrumentos de observación que les permiten obtener datos a nivel global, dichas instituciones son capaces de proporcionar mapas fiables de los fenómenos de cambio climático. Por lo tanto, no sería exactamente un problema, para los fines específicos de obtener un retrato fiel de las consecuencias del cambio climático en el planeta, que la investigación que proporciona estos resultados se concentre mayoritariamente en unos pocos países. Sin embargo, si volvemos a la idea de que el trabajo del científico está sometido a una serie de influencias no ponderables -relativas a su origen, a su universo cultural, a su condición material-, no es posible descartar efectivamente la sugerencia de que el compendio de pruebas que guía el análisis de los expertos del IPCC pueda privilegiar algunos puntos de vista. Y, al dar cabida a la predominancia de ciertas perspectivas, se abren oportunidades hipotéticas para reforzar resultados que favorecen a unos y perjudican a otros. Un escenario más legítimo sería aquel en el que los estudios producidos por institutos de todas las regiones del mundo, contemplando

por tanto una multiplicidad de realidades contextuales, compusieran el marco científico del régimen internacional sobre el cambio climático.

Ante esta lista no exhaustiva de incoherencias que el discurso actual de la diplomacia científica tiende a encubrir, es necesario reflexionar sobre la posibilidad de una nueva narrativa. Una narrativa que permita a los agentes de este vasto campo - gobiernos, academia, sociedad civil, empresas - no sólo concienciar sobre las desigualdades existentes en su seno, sino también identificar acciones para combatirlas. En este sentido, proponemos la construcción de una nueva mirada para la diplomacia científica, que tiene como punto de partida el reconocimiento de las diferencias de capacidades entre los agentes. Esta misma visión debe servir de base para que la diplomacia científica, tan fundamental para afrontar los enormes retos que afectan a la humanidad, desarrolle los mecanismos necesarios que le permitan desempeñar plenamente su papel. Con la progresiva superación de la pandemia y la reflexión sobre los errores y aciertos de las medidas para enfrentarla, se abre una importante oportunidad de revisión y avance. Podemos estar, si queremos, ante la inauguración de una nueva etapa en las relaciones internacionales, en la que la ciencia, la tecnología y la innovación asumen un papel central y, al mismo tiempo, constructivo.

Cinco nuevos rumbos para la diplomacia científica

Con el fin de estimular nuevas reflexiones, proponemos, a continuación, posibles caminos que pueden seguir el estudio y la práctica de la diplomacia científica. En primer lugar, se sugieren elementos que podrían componer un marco conceptual alternativo, que también contemple las perspectivas del Sur Global. Luego se presentan propuestas de reorientación política, con el fin de satisfacer las aspiraciones de los países en desarrollo y sus agentes. Se sugiere, en particular, que el ámbito de la "cooperación para el desarrollo" comience a incorporar en su agenda la transferencia de capacidades científicas y tecnológicas. En la misma línea, se llama la atención sobre la necesidad de reelaborar estrategias de movilización de las diásporas científicas y tecnológicas, para que puedan servir de vehículo de cooperación y apoyar la internacionalización de la ciencia en sus países de origen. La tercera indicación política se refiere al monitoreo de las prácticas de diplomacia científica que perjudican a los agentes menos capacitados, así como a la difusión de las que tienen como horizonte la construcción de cooperaciones equilibradas. Por último, se refuerza la importancia de un ámbito complementario a la diplomacia científica, la "diplomacia de la innovación". Como veremos, se trata de un campo de acción cuya elaboración teórica ha experimentado una trayectoria también asociada a los anhelos de los países en desarrollo, por lo que sus desdoblamientos podrían influir también en una deseable corrección del rumbo de la diplomacia científica.

Nuevos elementos para un marco conceptual alternativo

Como se ha destacado anteriormente, la formulación más influyente de la diplomacia científica, propuesta por la Royal Society y la AAAS, sólo enfatiza un subconjunto de objetivos. Las tres dimensiones sugeridas parecen suponer que los actores disponen de capacidades mínimas que les permiten orientar su aparato diplomático hacia el avance del conocimiento científico general, les permiten abordar los retos globales de forma conjunta con otros actores y les permiten hacer uso de los esfuerzos científicos multilaterales para profundizar las relaciones con otros actores, especialmente los Estados. Sin embargo, este marco conceptual no menciona las posibles ambiciones nacionales o particulares que se sitúan fuera de un espectro más global o puramente diplomático. Más concretamente, la "trinidad" descarta por completo las aspiraciones de desarrollo que podrían asociarse a la práctica de la diplomacia científica y que están relacionadas a la transferencia internacional de conocimientos para la sofisticación industrial-tecnológica de las economías. Este rechazo se hace explícito en un documento de la AAAS (2009), que resume el marco construido junto con la contraparte británica: "*Moreover*, *science for the purpose of achieving development goals sits outside this framework*".

Gluckman y otros (2017) propusieron una alternativa conceptual que divide la diplomacia científica en tres categorías de acciones: "acciones diseñadas para promover directamente las necesidades nacionales de un país"; "acciones diseñadas para abordar los intereses transfronterizos" y "acciones diseñadas principalmente para abordar las necesidades y los desafíos globales". Esta subdivisión tiene el mérito de abstraer los propósitos de la diplomacia científica y sugerir una tipología lo suficientemente amplia como para abarcar objetivos estrictamente nacionales, plurinacionales o globales. Por lo tanto, es perfectamente adecuado vincular las estrategias de desarrollo económico y social a las acciones dirigidas a los intereses nacionales.

El esquema de Gluckman y sus colaboradores se limita, sin embargo, a un enfoque estatal de la diplomacia científica, según el cual los Estados serían los actores exclusivos de este campo de acción. Se trata de una perspectiva que asume la diplomacia como monopolio de los Estados y que, por tanto, no incorpora aportaciones como la de la escuela liberal al campo de las Teorías de las Relaciones Internacionales, en el que los actores no gubernamentales también son considerados agentes legítimos. Un enfoque de la diplomacia científica que no contemple a actores como los del mundo académico y del sector privado ignora el hecho de que la dimensión internacional de la ciencia y la tecnología está conformada en su mayoría por redes de relaciones, cooperativas o comerciales, establecidas por estos mismos actores.

Una relectura del espacio conceptual de la diplomacia científica podría, por tanto,

incorporar elementos que garanticen, por un lado, una mayor atención a los objetivos asociados a las capacidades científico-tecnológicas y, por otro, una visión más integradora. El objetivo aquí no es proponer otra taxonomía o un marco de definiciones, sino sólo llamar la atención sobre elementos que podrían ser considerados por futuros esfuerzos de actualización teórica de este campo de la diplomacia.

En primer lugar, podemos pensar la diplomacia científica como un campo de acción con dos sentidos, que se distinguen en función del sujeto. Una diplomacia científica en sentido estricto, que contempla la visión tradicional, según la cual el Estado, de hecho, tiene el monopolio en el ejercicio de la diplomacia, y una diplomacia científica en sentido amplio, que incorpora también a los llamados "nuevos actores", esencialmente, las instituciones no gubernamentales.

La necesidad de singularizar al Estado no reside sólo en el reconocimiento de que es el agente más tradicional y poderoso - para muchos, el agente "por excelencia" - de las relaciones internacionales, sino también en la importancia que tiene la acción diplomática del Estado en el ámbito de la ciencia. Para la mayoría de los países, el Estado es el único vehículo concreto de internacionalización, una especie de facilitador del acceso al exterior. Así, las universidades e instituciones de investigación de las economías menos desarrolladas sólo pueden acceder, por ejemplo, a los programas y recursos de las organizaciones internacionales gracias a la afiliación y movilización de sus respectivos gobiernos con estas entidades. Se trata de una realidad muy diferente a la de las instituciones de los países desarrollados o incluso emergentes, que cuentan con los recursos, las capacidades y los contactos necesarios para llevar a cabo su propia estrategia de internacionalización, independientemente de sus gobiernos.

Por otro lado, no se puede dejar de reconocer la creciente influencia de la diplomacia científica llevada a cabo por agentes no gubernamentales. De hecho, las grandes redes internacionales en campos científicos específicos y una parte preponderante de los proyectos internacionales conjuntos tienen su origen en los propios esfuerzos de científicos e instituciones de investigación. En el ámbito privado, la búsqueda de socios científicos y tecnológicos suele ser fruto de iniciativas independientes. Hay casos en los que el establecimiento de una cooperación científica entre gobiernos sólo se establece formalmente tras la consolidación de una relación entre investigadores de diferentes países, para darle una solidez institucional y una perspectiva a largo plazo. Hay autores, entre ellos los ya citados Gluckman y Pierre-Bruno Ruffini (2017), que clasifican el trabajo conjunto entre investigadores e instituciones de diferentes países como "cooperación científica internacional", distinguiendo este campo de la diplomacia científica. La preferencia, que sostenemos, por una "diplomacia científica en sentido amplio" como nomenclatura que incorpora este tipo de colaboraciones no es mera conveniencia

taxonómica, sino que refleja la coincidencia de objetivos de las acciones realizadas por actores estatales y no estatales, independientemente de los instrumentos y poderes de que dispongan: hacer avanzar el conocimiento científico, afrontar retos comunes, elevar sus respectivas competencias.

Más allá de la distinción entre diplomacia científica estricta y amplia, puede considerarse una segunda modalidad de clasificación, basada en las capacidades de los agentes y sus objetivos asociados. Así, la diplomacia científica puede pensarse, por un lado, como una acción conjunta en la que los participantes unen sus respectivas capacidades científico-tecnológicas para alcanzar objetivos compartidos: una infraestructura científica de gran envergadura, el enfrentamiento de una pandemia, la lucha contra el cambio climático. Por otro lado, la diplomacia científica puede considerarse como el conjunto de actividades en las que el compromiso mutuo tiene como objetivo principal la adquisición o, alternativamente, la transmisión de competencias: acuerdos de transferencia científico-tecnológica, programas de movilidad académica.

Ciertamente hay actividades en las que ambos objetivos se solapan, como es el caso de la construcción conjunta de nuevos satélites, donde se añaden competencias y, durante la ejecución del proyecto, también se crean. En estos ejemplos es necesario examinar el proceso de solapamiento. En una relación entre similares, la confluencia de capacidades es una condición para el éxito de la empresa. En una relación entre desiguales, el más capaz puede tener opciones de prescindir del socio con competencia inferior, condición que hace prevalecer el aspecto de la transferencia de conocimientos. La clave de diferenciación introducida aquí - suma o transferencia de competencias - es útil para comprender y organizar conceptualmente la multiplicidad de objetivos que pueden mover a los actores a realizar actividades conjuntas. También sirve para llamar la atención y reconocer la transferencia de capacidades como un propósito legítimo de la diplomacia científica, que ocupa un papel prioritario en la estrategia de los países del Sur Global.

La ciencia como objeto de la cooperación al desarrollo

Durante décadas, los países industrializados han financiado programas de ayuda al desarrollo para las economías más pobres, con múltiples objetivos, algunos declarados, otros implícitos. Para cumplir los compromisos asumidos en regímenes y organizaciones internacionales (lucha contra el hambre, reparación de los daños causados por las emisiones de gases de efecto invernadero, defensa de los derechos humanos), los gobiernos de países como Francia (AFD, 1941), Estados Unidos (USAID, 1961), Japón (JICA, 1974) y Alemania (BMZ, 1961; GIZ, 1975), entre otros, crearon agencias técnicas especializadas para ejecutar una gran variedad de proyectos de asistencia, como la diversificación y el aumento de la productividad agrícola, la

creación de mejores condiciones de saneamiento en los centros urbanos, el apoyo a las acciones de vacunación masiva y, más recientemente, la reducción del impacto ambiental de las actividades productivas. Se sabe que, además de las obligaciones internacionales, estas acciones pueden cumplir otros objetivos de los países beneficiadores, como la contratación de su sector privado (Hooli, 2021), la mitigación de las consecuencias no deseadas del subdesarrollo (por ejemplo, la migración) y la ampliación de la influencia sobre regiones políticamente estratégicas (por ejemplo, Oriente Medio).

En general, los programas de ayuda al desarrollo implican lo que se denomina convencionalmente "cooperación técnica". En otras palabras, se trata de acciones de envío de especialistas del país donante para instruir a la población de los países beneficiarios sobre nuevas prácticas de producción, sobre acciones preventivas, sobre la incorporación de nuevas infraestructuras para satisfacer las necesidades locales, etc. Cuando el proyecto implica la donación o financiación subvencionada de maquinaria, las acciones incluyen también la enseñanza de las actividades de operación y mantenimiento de la nueva tecnología adquirida.

Curiosamente, la transmisión de conocimientos científicos y habilidades de desarrollo tecnológico casi nunca figura en la agenda de dichos programas de asistencia (Silva, 2020). Las competencias implicadas se refieren únicamente a las actividades operativas, con menor valor añadido. En el caso de los proyectos destinados a mejorar la legislación o las estructuras reglamentarias, su alcance es invariablemente local, difícil de reproducir. Estas restricciones están estrechamente asociada al valor económicamente estratégico de los conocimientos científicos y tecnológicos altamente sofisticados, cuyo dominio es, al fin y al cabo, uno de los factores que diferencian a los países desarrollados de los que no han alcanzado este nivel. Esta postura, sin embargo, contradice los principales cánones actuales de la economía, que indican que estamos ingresando en la era de la "Economía del Conocimiento". La Teoría del Crecimiento Endógeno del Premio Nobel Paul Romer (1990), que apoya teóricamente dicha evaluación, señala el cambio tecnológico como la principal causa del crecimiento económico y propone inversiones en capital humano e investigación y desarrollo.

Para que los programas de ayuda al desarrollo tengan un impacto duradero, deben incorporar procesos de transferencia de conocimientos más complejos y apoyar la creación de infraestructuras de investigación y desarrollo. También deben apoyar el establecimiento de políticas nacionales o regionales de ciencia e innovación mediante asesoramiento normativo, fiscal y estratégico. Sin embargo, es natural que los países que poseen estos conocimientos y capacidades sean reacios a cederlos, a riesgo de perder ventajas competitivas a medio y largo plazo. Aunque hay que ser conscientes de que la democratización del conocimiento

pasa por la pérdida de privilegios y posiciones de liderazgo, se puede pensar en soluciones de compromiso que prevean procesos graduales de transferencia y que permitan a los países cedentes adaptarse a escenarios menos polarizados de localización de capacidades científico-tecnológicas.

Observatorios contra la ciencia colonial y a favor de la cooperación

Los observatorios son mecanismos eficaces de seguimiento y denuncia de las adversidades, y pueden constituir ricas colecciones de buenas prácticas. También desempeñan un importante papel al reunir a especialistas y promover la construcción de nuevos conocimientos estimulando la reflexión y el debate. Su legitimidad reside en su autonomía y en el hecho de que, en general, son el resultado de la movilización de la sociedad civil o del mundo académico. Tradicionales en el ámbito de la protección del medio ambiente y los derechos humanos, los observatorios son también referencias para la formulación de políticas públicas. El "*Observatório do Clima*" en Brasil, fundado en 2002 y hoy integrado por 37 entidades de la sociedad civil, es un ejemplo de éxito de una institución que combina procesos de denuncia, difusión de conocimientos, organización de seminarios y elaboración de recomendaciones para las políticas nacionales de lucha contra el calentamiento global.

En el ámbito de la diplomacia científica, un observatorio independiente podría realizar importantes contribuciones, como la difusión de iniciativas de cooperación científica equilibradas y la denuncia de casos en los que existen prejuicios para una o varias partes, como en contextos de ciencia colonial. Al constituir un repositorio de buenas y malas prácticas, el observatorio tendría también el mérito de acercar a los estudiosos y a los profesionales de la diplomacia científica a casos concretos, contribuyendo a la deconstrucción de relatos idealistas y románticos. Para que cumpla su función con la credibilidad necesaria, debe estar anclada en instituciones o redes de instituciones que puedan evitar conflictos de intereses y garantizar rigor técnico-científico.

El papel de las diásporas científicas

Pocos gobiernos nacionales tienen una estrategia estructurada y eficaz para movilizar a sus diásporas científicas y de innovación. Uno de los ejemplos más emblemáticos es el programa argentino "Raíces", creado en 2003 e institucionalizado por ley nacional en 2008[23]. Como política de Estado, el programa cuenta con un presupuesto propio para costear el retorno definitivo de los investigadores a Argentina, así como para apoyar las estancias de corta duración de los diasporados en instituciones de investigación del país. Raíces también promueve la formación de redes argentinas en el extranjero y la interconexión entre ellas.

[23] Ley 26.421, de 11 de noviembre de 2008. (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley_26_421_raices.pdf)

A pesar de su presupuesto fluctuante, el programa es una referencia importante y destaca por su enfoque ecléctico, que combina medidas de repatriación con medidas para valorar a los investigadores que viven en el exterior. Otras iniciativas oficiales, muy escasas, se limitan en general a fomentar un vago vínculo entre los expatriados de los más diversos sectores y su país de origen.

Más comunes se han vuelto, sin embargo, como se ha mencionado, las redes de diasporados, que se forman orgánicamente como resultado de la necesidad de sus miembros de ampliar contactos profesionales, compartir oportunidades o simplemente formar vínculos con compatriotas en situaciones similares en el extranjero. Un principio preponderante en estas formaciones es el de la acogida. Estas redes se consideran a menudo un importante refugio, un lugar de solidaridad al que los miembros pueden acudir para hablar de sus dificultades y buscar ayuda para superar todo tipo de dificultades (por ejemplo, regularizar su situación legal, buscar una casa o un trabajo, asesoramiento jurídico informal, etc.). La "*Associação de Estudantes de Pós-graduação e Pesquisadores Brasileiros no Reino Unido*" (ABEP-UK), fundada en 1980, y la "Red de Investigadores Chilenos en Alemania" (Red Inveca), fundada en 2012, destacan por su longevidad y capacidad de atraer miembros. También cabe destacar su capacidad para desarrollar vínculos con instituciones del país sede y del país de origen, además del éxito que algunas redes han logrado de incorporarse a mecanismos intergubernamentales de ciencia, tecnología e innovación.

Uno de los avances deseables en la diplomacia científica sería la creciente institucionalización de los procesos de movilización de la diáspora. Esto depende de que los investigadores e ingenieros que viven en el extranjero sean percibidos como valiosos activos nacionales que pueden contribuir de manera decisiva a la evolución del sistema de CT&I en su país de origen. Dicha contribución puede hacerse operativa a través de mecanismos dirigidos a la transferencia de conocimientos a profesionales conterráneos (por ejemplo, prácticas, becas de intercambio) o liderando proyectos de colaboración entre la institución en la que trabajan e instituciones de su país de origen. Una política de Estado, como la apoyada por el programa Raíces de Argentina, tendría el mérito de generar mecanismos de movilización permanentes y aumentar así las posibilidades de un impacto duradero de estas iniciativas.

Diplomacia de la innovación

El quinto y último desarrollo de la diplomacia científica es la aparición de un campo asociado, el de la "diplomacia de la innovación". El concepto es reciente y tiene sus orígenes en la necesidad de pensar un campo de acción en el que la diplomacia sirviera específicamente a los propósitos de hacer avanzar los sistemas de innovación nacionales o locales o promover el uso de las innovaciones para objetivos globales (Silva, 2018). La diferencia entre la "diplomacia científica" y la "diplomacia de la innovación"

residiría en la propia distinción entre "ciencia" e "innovación". En la primera, se trata de un conjunto de conocimientos sobre objetos y fenómenos, y un conjunto de métodos destinados a crear nuevos conocimientos; en la segunda, un conjunto de procesos y prácticas dedicados a estimular la aparición de soluciones (tecnologías, modos de organización, materiales) a problemas concretos. Obviamente, la separación entre ciencia e innovación no es tan sencilla como la que existe entre teoría y práctica. Para hacerse una idea de la dificultad, basta con remitirse a la idea de "investigación básica inspirada en el uso" defendida por Donald Stokes (1997), quien evocó la figura de Louis Pasteur para clasificar un tipo de actividad de pura adquisición de conocimientos (la microbiología) destinada a fines eminentemente prácticos (la lucha contra las enfermedades).

A grandes rasgos, los primeros textos sobre la diplomacia de la innovación pretendían singularizarla como un ámbito orientado eminentemente a fines económicos y comerciales, mientras que la diplomacia científica estaría más vinculada a las actividades de cooperación. Kirsten Bound (2016) asocia la diplomacia de la innovación con actividades de la "diplomacia comercial", como la atracción de inversiones y el desarrollo de asociaciones precomerciales y comerciales entre empresas, y entre empresas y universidades. Jos Leijten (2017), otro pionero en la materia, afirma que la diplomacia de la innovación refleja la creciente diversificación del concepto de conocimiento: desde el conocimiento científico al conocimiento tecnológico (en este caso, incorporando nociones como la propiedad y el conocimiento incrustado en la maquinaria y el equipamiento), y finalmente al conocimiento orientado a la innovación (aquí, asociado a la creación de valor económico y social a través de nuevos productos, servicios y sistemas). En este sentido, concluye Leijten, este nuevo campo de la diplomacia tendría, en relación con el aspecto científico, un énfasis en la defensa de los intereses nacionales en el ámbito comercial y tecnológico, además de permitir que actores como las empresas y las asociaciones empresariales tengan más espacio en la política exterior.

Otro hito importante, tanto conceptual como de significado práctico, es el "*São Paulo Framework of Innovation Diplomacy*", elaborado en el contexto de la primera edición de la "*São Paulo School of Innovation and Science Diplomacy*" (InnSciD SP) en la Universidad de São Paulo, en agosto de 2019. La escuela - la primera iniciativa académica, a nivel mundial, centrada en el tema - reúne anualmente a decenas de postgraduados y diplomáticos de todo el mundo para debatir una amplia gama de temas, que se sitúan en la intersección entre la ciencia, la tecnología y la innovación y las relaciones internacionales. El *framework* se distancia de las propuestas de Bound y Leijten al presentar una definición amplia de la diplomacia de la innovación, que incorpora tanto elementos de interés nacional (dimensión estratégica) como de cooperación orientada al bien común (dimensión cooperativa): *[...] strategies that*

emplo[y] diplomatic tools [...] to enhance innovation capabilities [...]; Furthermore, [it] consists of [...] engagements that aim at promoting cooperation for common benefit" (InnSciD SP, 2019).

Además, el documento innova enumerando prácticas pertenecientes a las dos dimensiones mencionadas, entre ellas la facilitación del acceso de las empresas tecnológicas a los mercados internacionales, la atracción de inversiones extranjeras directas en I+D, la negociación de acuerdos internacionales de transferencia de tecnología, la movilización de las diásporas de CTI, la promoción de soluciones innovadoras para la gestión de bienes públicos globales, el avance del régimen internacional de propiedad intelectual, la promoción de la innovación en las cadenas de valor globales, entre otras. También cabe destacar que el documento se elaboró en un contexto internacional, pero con una importante influencia de intereses y ambiciones del Sur Global, debido al origen y la propuesta de InnSciD SP.

El pionerismo académico de InnSciD SP fue motivado en gran medida por la movilización temprana de la diplomacia brasileña en este campo. Desde principios de la década de 2010, el servicio exterior brasileño ha ampliado su tradicional actuación en diplomacia científica para fines más alineados con la proyección internacional del sistema nacional de innovación, con un fuerte énfasis estratégico y comercial. Actualmente, la Cancillería brasileña cuenta con un sólido Programa de Diplomacia de la Innovación (PDI), con presupuesto propio, que financia acciones de movilización de la diáspora brasileña, la participación de startups en ferias tecnológicas internacionales, hackathones multinacionales, programas de incubación cruzada, entre otros.

A pesar de los avances, la "diplomacia de la innovación" aún debe consolidarse como un campo formal en la política exterior de muchos países y en la acción internacional de muchos agentes. Con la creciente preponderancia de las tecnologías y, en general, del conocimiento aplicado como factor de desarrollo económico, social y ambiental, es sencillamente obvio que las acciones internacionales deben priorizar este campo. Esta evaluación se aplica a los países desarrollados, que se esfuerzan por mantener su posición de liderazgo, pero es aún más pertinente para los países en desarrollo, que dependen de las relaciones internacionales para activar flujos positivos de transferencia tecnológica que permitan agregar valor a su economía. Por lo tanto, es necesario que los gobiernos y los actores nacionales evalúen la diplomacia de la innovación como un instrumento estratégico y creen las condiciones para su institucionalización y consiguiente aplicación.

Conclusión

La diplomacia científica es un campo en constante movimiento. Por estar situada en la intersección entre diferentes ámbitos y, al mismo tiempo, por ser objeto de interés de la teoría y la práctica, es objeto de "impulsos" variados. Las relaciones geopolíticas de

poder, las adversidades de alcance mundial, los descubrimientos científicos, la difusión de las tecnologías, las nuevas escuelas de las RRII, la evolución de los regímenes comerciales son factores que influyen directa o indirectamente en el marco conceptual y en la lista de posibles instrumentos de este campo de la diplomacia. La pandemia de Covid-19 es un fenómeno importante más reciente que está provocando, al menos, una reflexión sobre sus supuestos y la eficacia de sus mecanismos.

Más allá de las debilidades (prevalencia de las acciones independientes, negativa a compartir los conocimientos sobre inmunización, uso de la soberanía territorial para apoderarse de los insumos) y de las fortalezas (colaboración en el mapeo de las cepas, esfuerzos de sensibilización) que la pandemia está sacando a la luz, el momento es también propicio para reflexionar sobre las contradicciones que han cristalizado en el seno de la diplomacia científica. Entre las ya identificadas o las que no se han dilucidado (por ejemplo, cuestiones relacionadas con el género, la etnia o la religión), la disparidad entre el mundo desarrollado y en desarrollo se presenta con especial relevancia, debido al amplio espectro de manifestación y reverberación. El carácter ideológico del discurso dominante de la diplomacia científica, que propaga una aparente isonomía al tiempo que refuerza las disparidades estructurales, hace que esta reflexión sea aún más difícil.

En este artículo hemos pretendido llamar la atención sobre la necesidad de establecer una nueva fase de la diplomacia científica. Una fase en la que no sólo se exponen las posibles contradicciones de la narrativa imperante, sino también en la que surgen algunos caminos, "nuevas direcciones", para mitigar sus efectos. La diplomacia científica, a la que añadimos la diplomacia de la innovación, es un instrumento esencial para la solución de muchos retos, de alcance global y nacional. Sin embargo, para que sea empleada con verdaderas posibilidades de éxito y en consonancia con valores universales - igualdad, libertad, solidaridad, sostenibilidad - debe despojarse de las orientaciones parciales que benefician a unos pocos en detrimento de muchos.

Referencias

- AAAS (2009). *Science and Diplomacy: A Conceptual Framework*. Washington S.C., USA: American Association for the Advancement of Science. Obtenido de https://www.aaas.org/sites/default/files/scidip_framework_aaas_2009.pdf
- Bound, K. (2016). Innovating Together? The Age of Innovation Diplomacy. *The Global Innovation Index 2016*. Obtenido de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016-chapter4.pdf
- De Vos, A. (2020, Julio 1). The Problem of 'Colonial Science'. Obtenido de https://www.scientificamerican.com/article/the-problem-of-colonial-science/

- Epping, E. (2020). Lifting the smokescreen of science diplomacy: comparing the political instrumentation of science and innovation centres. *Humanities & Social Science Communications*, 7(111). doi: 10.1057/s41599-020-00599-4
- Flink, T. (2020). The Sensationalist Discourse of Science Diplomacy: A Critical Reflection. *The Hague Journal of Diplomacy*, 15(3), 359-370. doi: 10.1163/1871191X-BJA10032
- Gluckman P. D., Turekian V., Grimes R.W. & Kishi T. (2017). Science Diplomacy: A Pragmatic Perspective from the Inside. *Science & Diplomacy, 6 (4)*. Obtenido de https://www.sciencediplomacy.org/sites/default/files/pragmatic_perspective_science_advice_dec2017_1.pdf
- Hooli, L. J. (2021). Private-sector innovation processes in development cooperation: perspectives from Finnish technology enterprises. *Innovation and Development*. doi: 10.1080/2157930X.2021.1979719
- InnSciD SP (2019). São Paulo framework of innovation diplomacy. São Paulo: IRI-USP, IEA-USP, FAPESP, 2019. Obtenido de https://2019.innscidsp.com/sao-paulo-framework-of-innovation-diplomacy/
- Leijten, J. Exploring the future of innovation diplomacy. *European Journal of Futures Research*, 5(20). doi: 10.1007/s40309-017-0122-8
- Naciones Unidas (2022, Enero 16). UN-backed COVAX mechanism delivers its 1 billionth COVID-19 vaccine dose. Obtenido de https://news.un.org/en/story/2022/01/1109852
- NSF (2015, September). National Center for Science and Engineering Statistics Info Brief (Brief No. 15-328). Obtenido de https://www.nsf.gov/statistics/2015/nsf15328/nsf15328.pdf
- OMPI (2021). *World Intellectual Property Indicators 2021*. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy, 98(5)*, 71-102.
- Royal Society (2010). *New Frontiers in Science Diplomacy*. Londres, Reino Unido: Royal Society.
- Ruffini, P.-B. (2017). *Science and Diplomacy – A New Dimension of International Relations*. Basel, Switzerland: Springer International Publishing.
- SENACYT (2018). Lineamientos de la Estrategia de Diplomacia Científica, Tecnológica y de Innovación. Panamá: Secretaría Nacional de Ciencias y Tecnología.
- Silva, P.I.F. (2018). Fundamentos Teóricos e Práticos para uma Diplomacia da Inovação. Cadernos de Política Exterior, 7 (4), 307-330.
- Silva, P.I.F. (2020). Transferência internacional de tecnologia: origens,

conceitos e prática. Cadernos de Política Exterior, 9 (6), 229-264.

- Soler, M. G. (2020). *Diplomacia Científica en América Latina y el Caribe*. Montevideo, Uruguay: UNESCO.
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's Quadrant*. Washington, USA: Brookings Institution Press

Diplomacia Científica para la integración regional

Pedro Figueroa[24]

"La ciencia no tiene patria, porque el saber es patrimonio de la humanidad, la antorcha que ilumina el mundo"
Louis Pasteur[25].

Resumen

El presente análisis se centra en el desempeño de América Latina y el Caribe (ALC) en el actual panorama multipolar de la ciencia, la tecnología y la innovación basada en la investigación (CTI). Proporcionar un análisis sobre el fortalecimiento de esta cooperación es el objetivo de este trabajo ya que esta cooperación va de la mano con el avance de la integración regional. No se pretende una revisión exhaustiva de todas las iniciativas multilaterales, trilaterales y bilaterales que apoyan la CTI en ALC, sino más bien un intento de ilustrar cómo los esquemas multilaterales son más adecuados para alcanzar tanto la excelencia científica como la integración regional. Este análisis permite comprender las motivaciones, las cualidades y las lagunas de una comunidad que impulsa la CTI como un valioso vehículo de cohesión regional. Con ello, este estudio contribuye a conocer cómo se entiende la Diplomacia Científica en ALC. La identificación de los principales rasgos del escenario actual de la ciencia regional puede asesorar a los y las responsables de las políticas públicas que prevén una mayor integración dentro de ALC.

Introducción

En una época en la que el multilateralismo y la cooperación internacional tienden a debilitarse, la comunidad científica, tecnológica y de la innovación está inmensamente entrelazada entre las naciones. Durante la pandemia de COVID-19 hemos observado como algunas autoridades políticas abandonan la cooperación internacional mientras que las investigadoras y los investigadores la fortalecen aún más. Así, la cooperación científica internacional ha sido una de las principales herramientas para sortear esta crisis global. Pero ella no es nueva, no nació tan solo el 2019 para luchar contra el COVID-19. Muy por el contrario, los y las investigadores(as), las y los innovadoras(es), los equipos tecnológicos y las organizaciones afines ya no pueden funcionar al margen de las circunstancias, las necesidades, las prioridades, los recursos y los esfuerzos de sus homólogos(as) en otros lugares del planeta. La colaboración internacional no sólo es una necesidad, sino

[24] Presidente, DiploCientifica.

[25] Louis Pasteur: "La science n'as pas de patrie, parce que le savoir est le patrimoine de l'humanité, le flambeau qui éclaire le monde." Discurso inaugural del Instituto Pasteur, noviembre 1888.

que también una condición *sine qua non* para alcanzar la excelencia en la era de la *glocalización*. En particular, la región de América Latina y el Caribe está viviendo un momento de efervescencia. En esta región, la colaboración internacional en materia de ciencia, tecnología e innovación tiende a crecer sobre una base sólida. Esto contribuye al proceso de integración de nuestra región. A pesar de contar con varios foros sobre ciencia, tecnología e innovación basados en la investigación, esta región carece de un instrumento de financiación que apoye la cooperación internacional entre nuestros países.

Tendencias globales y desafíos específicos para América Latina y el Caribe

Son muchos los factores que configuran hoy un escenario sin precedentes para la ciencia, la tecnología y la innovación basada en la investigación (en adelante, "CTI"). Entre ellos destacan dos factores por su mayor impacto. En primer lugar, un nuevo conjunto de condiciones geopolíticas conduce a una esfera un tanto más multipolar que antes de los años '90. En segundo lugar, las diversas tendencias del intercambio mundial están empujando la dinámica de los modelos de producción. Estos dos factores están alterando las decisiones de los gobiernos y de individuos por todo el mundo. Por citar algunos ejemplos: las desenfrenadas cadenas de valor mundiales, el flujo volátil de inversiones, las novedosas formas de proteccionismo o los acuerdos de libre comercio, junto con la constante globalización que genera una intensa interdependencia entre la investigación y la industria. El conocimiento se torna luego en un factor clave para la generación de valor. Además, los ecosistemas productivos tienden a apoyar la articulación innovadora de iniciativas transectoriales y multidisciplinarias en redes internacionales de colaboración. Estas redes suelen tener un impacto positivo no tan sólo en la comunidad CTI, sino que también en términos de crecimiento económico y diálogos políticos. Estas interacciones contribuyen por tanto a mejorar, a ampliar las relaciones entre las naciones. Las buenas relaciones entre los países son esenciales para el avance de los procesos de integración regional. Por lo tanto, la cooperación internacional en materia de ciencia, tecnología e innovación basada en la investigación contribuye a los esfuerzos de integración regional.

De la mano con el aumento de las cadenas globales de valor, el sector productivo también se beneficia del *input* CTI generado por la colaboración internacional. El acceso al conocimiento deviene cada vez más importante al momento de insertarse a la Industria 4.0. A diferencia de años anteriores, en la actualidad se concede un mayor énfasis a la construcción de sinergias entre la academia y la industria. Así, la innovación contribuye tanto a mejorar la competitividad del sector productivo como a resaltar el potencial comercial de los resultados derivados de la investigación generada en la academia principalmente. La tendencia internacional apunta a la búsqueda de equilibrios entre, por un parte, la

investigación dirigida por curiosidad y, por otra parte, la investigación orientada por una misión. En este sentido, los proyectos CTI internacionales ofrecen oportunidades únicas en que, por ejemplo, el participante de un país determinado aporta con la investigación fundamental mientras que otro participante contribuye con su aplicabilidad comercial en otro Estado. Este tipo de iniciativas contribuye también a la estrategia económica de cada país en cuanto favorece el acceso a nuevos mercados y la apertura comercial de la mano con el sector productivo.

Ahora bien, no tan solo la industria requiere el insumo CTI generado por la colaboración internacional. El sector público en general también puede beneficiarse enormemente de la evidencia aportada por la CTI al momento de definir políticas públicas. Desde Nueva Zelanda hasta México, diversos gobiernos han instalado estructuras oficiales de asesoramiento al proceso de políticas públicas basados en evidencia científica, tanto a nivel nacional, regional como local. La investigación colaborativa internacional genera así un conocimiento adecuado y necesario para la elaboración de políticas públicas basadas en evidencia. Siguiendo ese mismo orden de ideas, la INGSA (*International Network for Government Science Advice*) se ha posicionado como una exitosa red de colaboración internacional entre asesores y asesoras científicos(as) de autoridades públicas.

Nuestro planeta nunca ha estado tan interconectado como ahora. Esto significa que las circunstancias de los distintos lugares se influyen mutuamente con más frecuencia que antes. Lo que es "local" tiende a depender más de lo que es "global", y viceversa. Algunas voces ya aplican el término "glocal" para referirse a este fenómeno[26]. Para la región de América Latina y el Caribe (en adelante "ALC") el término *glocal* se traduce en desafíos de gran envergadura: la desigualdad, el cambio climático, las migraciones masivas, el crimen organizado, el abastecimiento energético, la pérdida de biodiversidad y los desastres de origen natural. A pesar de ser diferentes en su esencia, estos desafíos comparten dos características. En primer lugar, las respuestas a estos retos exigen soluciones desde la CTI. En segundo lugar, estos desafíos no se detienen en las fronteras tradicionales de los Estados. Por el contrario, ellos sólo pueden abordarse desde una perspectiva colaborativa y transfronteriza. Los conocimientos necesarios para descifrar estas cuestiones difícilmente provendrán de los esfuerzos de una sola persona, en una sola disciplina, en una sola organización, en un solo país. En consecuencia, se requiere una mayor cooperación en CTI dentro de ALC para enfrentar estos desafíos, para contribuir a la sostenibilidad de las sociedades de ALC, para asegurar un desarrollo inclusivo e integral en la región. El sector público, la industria e incluso la filantropía en ALC son hoy más conscientes

[26] Cfr. Keith Hampton, Barry Wellman, Zygmunt Bauman, Erik Swyngedouw, y Roland Robertson, ia.

del papel crucial de la CTI para este propósito.

En consonancia con estos desafíos sociales, la comunidad de CTI de ALC está aumentando su participación en destacadas redes globales del conocimiento y de la innovación. Estas personas tienden a cooperar internacionalmente motivadas por el impulso de trabajar con mejores colegas, con mejores equipos, con quienes comparten el mismo foco de curiosidad. A través de esta participación, los países de ALC están atrayendo tanto el talento como las ideas desde algunos países extranjeros asociados. Porque desestimar la dimensión internacional de la CTI puede poner en riesgo sus resultados, socavar su calidad, reducir su impacto y, en definitiva, aislar la producción nacional de CTI. Para este fin, el financiamiento a la cooperación científica internacional resulta primordial. Dentro del plano CTI, la tendencia mayoritaria mundial demuestra un crecimiento en los instrumentos de financiamiento multilaterales mientas que los instrumentos bilaterales tienden a caer en desuso. Estos últimos quedan reservados para acciones puntuales en fomento a la creación de redes entre comunidades CTI que poco colaboran entre sí y donde se visualiza un gran potencial inexplotado.

De la mano con el aumento de la participación ALC descrito anteriormente y a medida que crece la calidad de su CTI, la relación entre la comunidad CTI de ALC y sus colegas en los polos tradicionales del conocimiento (EE.UU., Japón, Rusia y la Unión Europea) está evolucionando desde un tipo de colaboración asimétrica a una más bien simétrica. En las relaciones asimétricas, algunos de los participantes se identifican como principales beneficiarios frente a los demás. Este tipo de relación se observa con frecuencia en las iniciativas de cooperación transnacional al desarrollo (Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo AGCID, 2017). En cambio, la cooperación en materia de CTI se considera una relación más simétrica en la que los resultados de la colaboración son de responsabilidad mutua; una relación en la que tanto los esfuerzos como los beneficios deben ser compartidos de forma igualmente equilibrada. Las relaciones simétricas se reflejan también en cuanto la comunidad de CTI en ALC compite con sus pares en igualdad de condiciones. Gracias a que la movilidad internacional es hoy más masiva que ayer, y a que las TICs facilitan la construcción conjunta de conocimiento nuevo, la calidad de la CTI en ALC también se incrementa.

Esta participación simétrica de ALC en las redes de CTI, junto con la de otras regiones en desarrollo, también está reconfigurando el escenario internacional de la CTI. A diferencia de la época de la Guerra Fría, hoy los países en desarrollo gravitan con mayor intensidad en las plataformas internacionales de excelencia CTI que durante tanto tiempo estuvieron dominadas por naciones ubicadas en el norte global. En otras palabras, el actual escenario mundial de CTI se caracteriza por la coexistencia entre los centros tradicionales del conocimiento y el vigor de aquellos

ubicados en las naciones emergentes. Este rasgo está configurando, por tanto, un novedoso ámbito multipolar de desempeño en CTI. Como resultado, la excelencia en CTI se distribuye hoy en un conjunto de varios *hubs* ampliamente dispersos por el mundo, algunos de ellos dentro de la región de ALC. A medida que estos nuevos centros aumentan su dispersión y excelencia, el concepto de Diplomacia Científica también está ganando un amplio terreno dentro de los países de ALC.

La Diplomacia Científica desde una perspectiva regional

Aunque las interacciones entre la comunidad científica y la diplomática datan de antaño, la Diplomacia Científica es relativamente nueva. Durante siglos los y las investigadores(as) en distintas naciones han colaborado entre sí en aras del saber. No obstante, el término "Science Diplomacy" nace en el siglo XXI. En 2010 el concepto tomó cuerpo para englobar la intersección entre las acciones de CTI y aquellas de la comunidad internacional (The Royal Society & The American Association for the Advancement of Science AAAS, 2010). Desde entonces, la Diplomacia Científica ha atraído mucha atención en ALC, tanto en el debate académico como en las agendas de política exterior. A pesar de ello, la forma de conceptualizar la Diplomacia Científica en ALC sigue siendo incierta.

La literatura más amplia que define este concepto confirma que no existe un enfoque de diplomacia científica de talla única, que sirva para todo. La evolución de la cooperación científica dentro y fuera de las fronteras nacionales siempre ha sido una expresión de contingencias históricas, que emanan de contextos políticos específicos y de los estados en que se encuentran los sistemas científicos en un momento dado en tiempo y en espacio (Rungius *et al*., 2018). Actualmente, los ecosistemas científicos dentro de los países de ALC difieren significativamente entre sí. En consecuencia, la Diplomacia Científica en una isla del Caribe se realiza de manera diferente a la de un país ubicado en Los Andes o en Centroamérica, por ejemplo. Esto puede explicarse debido a dos factores: las diversas culturas políticas y los diferentes enfoques de la política exterior en toda la región.

En el marco de ese proceso global de permanente cambio, la CTI hecha en ALC puede apoyar de manera cualitativa las prioridades estratégicas definidas por nuestros países. Esto permite a su vez la generación de capacidades territoriales para un desarrollo sustentable, inclusivo, integral.

Aunque esta región no tiene una definición común de Diplomacia Científica, tres acciones concretas de la mayoría de estos países ayudan a descifrar cómo se entiende este concepto en ALC. Para ello, se revisan a continuación las tres dimensiones de la Diplomacia Científica desplegadas en 2010 por The Royal Society y la AAAS. Estas interacciones adoptan tres tipos de formas: ciencia en diplomacia, ciencia para la diplomacia y diplomacia para la ciencia; tres formas que estudiaremos enseguida.

- Ciencia en diplomacia: se refiere a la contribución de la CTI al proceso de

elaboración de la política exterior. La Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Biodiversidad y Servicios de Ecosistemas (IPBES) es un buen ejemplo de esta dimensión. 33 países de ALC participan en ella.

- Diplomacia para la ciencia: describe cómo la diplomacia facilita la colaboración internacional en CTI. Porque promueven la libre circulación de personas, recursos e ideas, porque construyen puentes de confianza, porque financian proyectos internacionales, porque abren las infraestructuras nacionales de CTI a personas extranjeras, por todo eso y más, los y las diplomáticos(as) allanan el camino que luego conduce a florecientes interacciones transfronterizas entre las comunidades de CTI provenientes de diferentes lugares del globo. El buen entendimiento entre Estados contribuye al desarrollo de la CTI también. El Tratado Antártico de 1952 destaca como un buen ejemplo de esta dimensión en la medida en que diplomáticos y diplomáticas, aunque sesgados a veces por la dinámica de la Guerra Fría de entonces, negociaron y lograron garantizar la libertad de investigación en todo el Continente Blanco. Al 2022, diez países de ALC participan en este Tratado. Dos de ellos, Argentina y Chile, se encuentran entre los doce países firmantes originales.
- Ciencia para la diplomacia: describe cómo la colaboración en CTI contribuye al buen entendimiento entre las naciones, mejorando así las relaciones internacionales como, por ejemplo, los procesos de integración regional. Al comunicarse en el mismo idioma, la comunidad de CTI tiende puentes de entendimiento entre un país y otro, donde a veces los diálogos diplomáticos son escasos. Estos intercambios internacionales de las comunidades de CTI aportan la confianza y el respeto mutuo que luego pavimentan la vía que conduce un mejor diálogo diplomático. Además, estas colaboraciones transfronterizas no sólo benefician a la propia CTI, sino que también ayudan a abrir o preservar los canales de comunicación en tiempos de crisis dentro de otros ámbitos como el diálogo político, social o económico. Un buen ejemplo en ALC sobre esta dimensión es el Programa Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Desarrollo (CYTED). Si bien el CYTED no es una iniciativa de ALC *stricto sensu*, este fue reconocido como un instrumento exitoso de integración por la Conferencia Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno durante 1992.

Las tres dimensiones descritas arriba no son excluyentes entre sí. De hecho, a menudo se alimentan mutuamente. Mientras que las tres son consideradas como fuertes herramientas de *Soft Power* (Nye, 2004), la visibilidad de la

Diplomacia Científica va al alza por la región ALC.

Según Copeland (2016) los países ricos y científicamente desarrollados tienen una ventaja significativa para utilizar la diplomacia científica dentro de un espectro más amplio de actividades que promueven los intereses nacionales. Sin embargo, estos tres casos en ALC presentados arriba demuestran que los países de la región tienen una ventaja para utilizar la Diplomacia Científica con el fin de promover sus intereses nacionales, independientemente de su riqueza o su ecosistema de CTI.

Dentro de la literatura sobre Diplomacia Científica, hay un grupo de personas trabajando en CTI que se encuentra frecuentemente invisible a pesar de contribuir al contexto regional aquí descrito. La diáspora científica proveniente de ALC y residente en el exterior aporta a generar partenariados de largo alcance, a promover los intereses nacionales, a mejorar la imagen internacional de nuestros países. Esta diáspora CTI incluye las redes de personas radicadas permanentemente en el extranjero como aquellas que se encuentran temporalmente ahí, estudiando, innovando, investigando. La notable labor de estas mujeres y hombres en ciencia influye positivamente en cómo ALC es percibida en el resto del mundo.

Oportunidades en ALC para la ciencia, la tecnología y la innovación basada en investigación: desde la cooperación bilateral hacia la multilateral.

La participación de ALC en las asociaciones internacionales de CTI tiende a aumentar principalmente porque estas redes funcionan como multiplicadores. En ellas los y las participantes aportan, comparten y complementan sus conocimientos, experiencias, infraestructuras y resultados. Al hacerlo, los recursos para la CTI, a menudo limitados, se congregan; se comparten los riesgos y se expande la visibilidad de los resultados.

Frecuentemente esta colaboración resulta en, por ejemplo, la co-autoría de publicaciones científicas. En otras palabras, una publicación conjunta es a menudo el resultado de una red de co-autores(as) que colaboran para alcanzar metas comunes. Los instrumentos de apoyo a la colaboración internacional CTI juegan aquí un rol clave.

Según la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) las cifras de publicaciones SCOPUS en coautoría por colaboraciones internacionales tiende al alza. Esto se presenta en la siguiente Figura 1. A efectos de esta visualización, sólo se muestran los cinco países de ALC que más publican en SCOPUS. Esta es una base de datos que contiene resúmenes y citas de literatura revisada por pares, incluyendo revistas científicas, libros y actas de conferencias.

Esta tendencia podría explicarse a la luz de los instrumentos de financiación disponibles en ALC para apoyar la cooperación internacional. Si miramos los esquemas de financiación notamos que el desempeño de ALC en el ámbito internacional de CTI está

evolucionando desde un estatus de "colonialismo científico" hacia una relación más equilibrada basada en el beneficio mutuo y el interés común. De hecho, la participación de ALC tanto en el CYTED como en el Instituto Interamericano de Investigación sobre el Cambio Global (IAI) demuestra que la cooperación regional en CTI está transitando desde un antiguo esquema "Norte - Sur" a uno más bien "Sur – Sur" que disminuye el tradicional dominio del Norte (Gual Soler, 2014). A pesar de ello, la comunidad de CTI en ALC no cuenta con un esquema de financiación regional para aprovechar al máximo este enorme potencial. Por el contrario, ella sí cuenta con varios diálogos políticos sobre CTI en los foros de la región (véase el Cuadro 1).

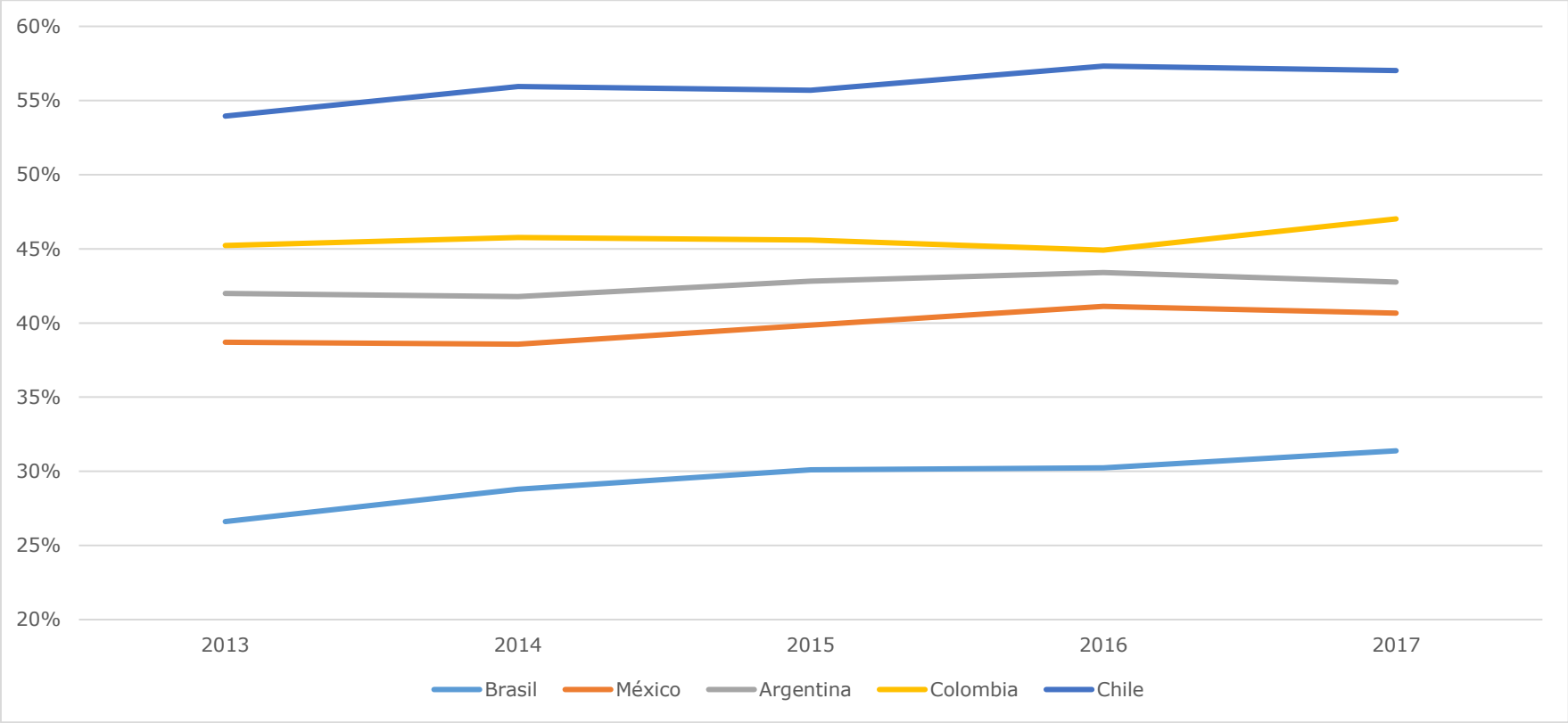
El Cuadro 1 no pretende describir exhaustivamente todos los procesos de integración dentro de la región de ALC. De todas maneras, ella ayuda a constatar que los gobiernos de esta región reconocen la necesidad y el beneficio de mejorar la colaboración multilateral entre las comunidades nacionales de CTI con sus homólogos dentro de ALC. Además de aprovechar el poder de sus diásporas formadas, América Latina se beneficia de una fuerte solidaridad regional (Rabadán-Diehl, 2017).

La ausencia de un esquema de financiación verdaderamente regional no significa que la colaboración en CTI dentro de ALC esté también ausente. El IAI, el programa AmSud y el CYTED son algunos ejemplos de sistemas de financiación multilateral que apoyan proyectos colaborativos de CTI en ALC. Si bien estos tres instrumentos han contribuido notablemente a multiplicar la colaboración en CTI dentro de ALC, todos ellos se crearon en el contexto de un tradicional predominio del Norte mencionado más arriba. Los Estados Unidos de América, Francia y España tomaron la iniciativa de crear el IAI, el AmSud y el CYTED, respectivamente. Junto con estos programas multilaterales, muchos otros instrumentos de financiación bilaterales y trilaterales han apoyado la cooperación en CTI dentro del panorama de ALC.

En general, las métricas científicas ilustran cómo los beneficios de una organización multilateral superan las capacidades de las asociaciones bilaterales (Gual Soler, 2014). En términos de calidad de CTI en ALC, el multilateralismo es sinónimo de excelencia. Así lo demuestran los Indicadores Esenciales de Ciencia (ESI en inglés). ESI es una base de datos que recoge las publicaciones de CTI con mayor rendimiento en los últimos diez años, en función de las citas por campo de conocimiento dentro de la *Web of Science Core Collection*

.

Figura 1: Porcentaje de publicaciones por coautorías de colaboraciones internacionales 2013-2017.



Fuente: Indicadores comparativos RICYT[27]

[27] Disponible en: https://ricyt.org/category/indicadores/

Cuadro 1: Foros sobre CTI en los procesos de integración de ALC.

Proceso de integración regional o sub-regional	Foro CTI
CELAC Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños	SOM Senior Official's Meeting on Science and Technology
ALADI Asociación Latinoamericana de Integración	Management Commission of the Regional Agreement for Science and Technology Cooperation
UNASUR Unión de Naciones Suramericanas	COSUCTI Consejo Suramericano de Ciencia, Tecnología e Innovación
MERCOSUR Mercado Común del Sur	RECYT Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología
SICA Sistema de la Integración Centroamericana	CTCAP Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centro América, Panamá y República Dominicana
CAN Comunidad Andina	CACYT Consejo Andino de Ciencia y Tecnología
ADP Alianza del Pacífico	Grupo Técnico de Innovación

Estas publicaciones pueden clasificarse en tres categorías: unilaterales, bilaterales y multilaterales. Una publicación unilateral es aquella que ha sido elaborada por uno o más autores(as) estando todos(as) ellos(as) afiliados(as) a instituciones dentro de un mismo país. Si una publicación es elaborada por dos o más autores(as) afiliados(as) a instituciones situadas en dos países distintos, esta se considera como una publicación bilateral. En cambio, las publicaciones multilaterales son aquellas elaboradas por autores(as) ubicados(as) en tres o más países. La Figura 2 muestra que las publicaciones de ALC contenidas en ESI son principalmente multilaterales. A efectos de visualización, en la Figura 2 sólo se consideran los países de ALC que cuentan con más de cincuenta publicaciones ESI durante 2009 y 2019.

En otras palabras, la Figura 2 demuestra que durante el lapso 2009-2019 las mejores publicaciones de ALC son multilaterales en su mayoría. Por ello, los foros de CTI dentro de ALC deberían priorizar los esquemas de financiación multilateral en lugar de los esquemas bilaterales si sus comunidades de CTI apuntan a alcanzar la excelencia. Los esquemas de financiación multilateral proporcionan una mayor visibilidad al desempeño local en CTI, al tiempo que abren oportunidades únicas para el desarrollo de capacidades y la formación de jóvenes talentos en CTI. Además, los programas multilaterales aportan valor añadido a varios niveles, como la excelencia en la investigación, la competitividad local, las tecnologías innovadoras y las políticas públicas basadas en evidencia. Contar con un esquema de financiación verdaderamente regional también ayudaría a atraer talento en CTI desde el extranjero hacia ALC. Con ello se genera también demanda para la explotación de los resultados de la CTI latinoamericana, como patentes o prototipos. Las asociaciones suelen tardar más en dar sus frutos, pero una vez que los contactos mutuamente beneficiosos están bien establecidos y la cooperación en marcha, ella puede dar resultados durante muchos años (Ekroos y Lima-Toivanen, 2018).

Varios países de ALC tienden a preferir los esquemas de financiación bilaterales a la luz de su aparente sencillez administrativa frente a los multilaterales. Esto no se condice con la tendencia global que prioriza los programas multilaterales. Por de pronto, existe un interés mutuo y un alto potencial de cooperación entre los países de ALC en varias áreas del conocimiento, tal como se percibe en el análisis de los datos. No obstante, ese mayor foco en la colaboración bilateral con los centros tradicionales de CTI, ha dado lugar a oportunidades de financiación que no establecen la prioridad dentro de ALC.

Un instrumento regional posicionará a ALC como actor clave en el concierto CTI global, para abordar desafíos comunes en conjunto con socios extra-regionales y apoyar tanto la política exterior como la política en CTI al interior de cada uno de sus países. Se trata de aprovechar la condición de ALC y sus laboratorios naturales creando un programa que permita dotar a nuestra región de

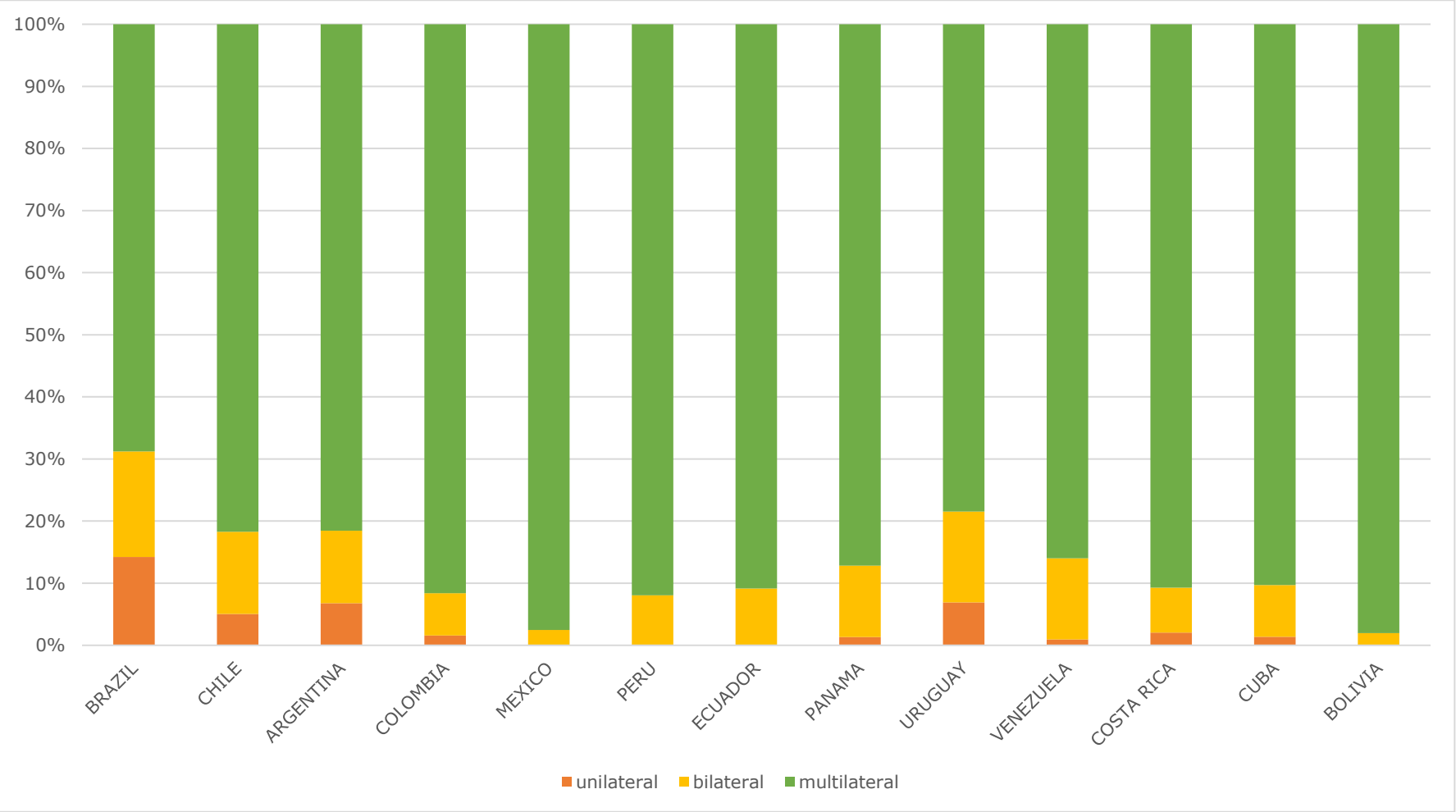
centros de investigación de primer nivel. Regionalizar la CTI consiste en un proceso tendiente a elevar sus horizontes de calidad e impacto mediante la colaboración estrecha y sistémica entre actores nacionales con sus pares en ALC

Un instrumento con tal propósito deberá guardar respeto por la Equidad de Género. La participación femenina está subrepresentada dentro de nuestra región, tanto en la esfera científica como en la diplomática. Para tal efecto, especial foco debe entregarse a aquellas acciones que enfrenten brechas, barreras e inequidades en el plano CTI regional. Junto con ello, dicho instrumento deberá contribuir a la formación de una cultura CTI para la comprensión, valoración, apropiación y difusión de su patrimonio en ALC. Lo anterior debe tener un especial foco en la inserción de investigadores e investigadoras en etapa inicial (academia, industria y sector público). Además, el instrumento deberá fortalecer las capacidades de gestión CTI mediante el fomento del intercambio de experiencias y buenas prácticas entre instituciones homólogas. Cada centavo invertido en proyectos colaborativos regionales puede agregar valor en variadas facetas: al alcanzar excelencia científica, al contribuir a la competitividad de la economía local, al abordar desafíos sociales, al crear empleos de calidad, al introducir nuevas tecnologías, al elevar la calidad de vida de las personas, al aportar evidencia científica para las políticas públicas y la toma de decisiones.

Robustecer la CTI regional requiere potenciar su dimensión internacional. El desatender esta dimensión internacional conlleva el riesgo de aislar la producción CTI doméstica, junto con mermar su calidad e impacto. Así, el fomento a la colaboración internacional aumenta la calidad de la CTI local, además de atraer talento e ideas desde *partners* o competidores foráneos.

Una iniciativa como esta no debería partir desde cero. Por el contrario, ella debe vigorizar lo que ya se ha construido durante décadas de colaboración internacional por parte de la CTI *made in* ALC. Esto último apunta a realzar los impactos de dichas acciones y explotar así una sinergia subutilizada dentro de un sistema regional actualmente disperso.

Figura 2: Distribución de las publicaciones ESI por país en porcentaje 2009-2019.



Conclusión

La Diplomacia Científica es un vocablo nuevo para una práctica antigua. A nivel general, el impulso de la cooperación global es alto, pero la investigación no parece ser una prioridad actual (Ekroos y Lima-Toivanen, 2018). Los hallazgos presentados aquí, aunque de alcance limitado, indican que el potencial de ALC en materia de CTI es poco considerado. En una nota más positiva, se concluye que la capacidad de CTI en ALC está en aumento, pero un enfoque proporcional en la política pública y la inversión está por detrás de otras regiones del mundo. Para seguir siendo competitivos y competitivas a nivel mundial, los foros de integración de ALC deberían apoyar mejor a sus comunidades de CTI, y así llevar sus ideas a la sociedad, al mercado, a los procesos de elaboración de políticas públicas, a través de flujos de inversión suficientes para la investigación disruptiva y las innovaciones tan necesarias en ALC. Esta región cuenta con suficientes capacidades en Diplomacia Científica para expandir esos horizontes.

En efecto, nuestra región destaca por su larga tradición de cooperación con grandes actores CTI en el resto del mundo. La comunidad CTI regional participa cada vez más activamente en diversas plataformas bilaterales y multilaterales con el propósito de concertar intereses CTI comunes con sus pares extranjeros y extranjeras. Estas plataformas repercuten en un inigualable puente de intercambio de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos entre naciones, a veces, poco homogéneas.

Actualmente la globalización y el acceso al conocimiento facilitan una mejor participación de ALC en consorcios globales que empujan la frontera del saber. Esta participación también permite la generación de redes de colaboración que resultan frecuentemente en nuevos proyectos internacionales de CTI. Una iniciativa conduce a la siguiente. Un proyecto lleva al otro. Dichas redes también han aportado a la inserción de ALC en la arena internacional, otra manera de mirar a nuestra región desde afuera de ella.

Los procesos de *glocalización* y un acceso más fácil a la información han facilitado la participación de ALC en las redes mundiales a la cabeza del conocimiento de punta. El actual panorama de CTI en ALC, sus laboratorios naturales, su capacidad de generar conocimiento innovador territorial y de formar capital humano avanzado están posicionando a la región como un socio atractivo para desplegar esfuerzos de primer nivel en la CTI global.

La sensibilidad cultural, la creación de asociaciones sostenibles a largo plazo en materia de investigación, innovación y educación superior requiere una comprensión profunda de las necesidades de nuestros(as) socios(as), y un buen funcionamiento de los mecanismos de apoyo, junto con mucho tiempo y paciencia a invertir en la creación de confianza y una conexión personal (Ekroos y Lima-Toivanen, 2018).

Los debates políticos reconocen el valor de la colaboración transfronteriza en materia de

CTI, ya que contribuye a los procesos de integración regional. Los esquemas de financiación regional son clave para este propósito. En un mundo cada vez más multipolar, la diversificación de las fuentes de financiación será esencial para que las redes de CTI sean menos vulnerables a la inestabilidad financiera y política de los Estados miembros (Gual Soler, 2014). Este tipo de esquemas ayudan a articular mejor los programas nacionales de financiación de la CTI, a minimizar la duplicación de esfuerzos, a evitar la fragmentación de los proyectos de CTI y a maximizar su impacto. A diferencia de los esquemas bilaterales, los multilaterales tienen un efecto más amplio al beneficiarse de las asociaciones intelectuales y del apalancamiento de recursos e infraestructuras de investigación. La creación de un plan de financiación verdaderamente regional aumentará la visibilidad de ALC como región innovadora y como un socio fiable en materia de CTI. Esta Diplomacia Científica futura también puede reavivar los diálogos políticos que conducen luego a una integración regional más eficaz en otros ámbitos.

El desarrollo de un instrumento de financiación regional flexible en materia de CTI que permita la cooperación intersectorial y multidisciplinar requiere el estudio de las mejores prácticas de cofinanciación regional similares (por ejemplo, el *NordForsk* del Consejo Nórdico). Sin embargo, un plan de financiación de este tipo dependerá del compromiso de las partes interesadas de ALC y de la asignación razonable de recursos, ambos aspectos son escasos mientras se redacta este documento. Como nota positiva, podemos concluir que las oportunidades no aprovechadas para cohesionar las comunidades de CTI dentro de ALC son abundantes, así como las áreas potenciales de colaboración para iluminar aún más la Diplomacia Científica desde una perspectiva regional.

Referencias

- Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (2017). *Política y Estrategia de Cooperación Internacional de Chile para el Desarrollo*. Santiago, Chile: AGCID.
- Copeland, D. (2016). Science Diplomacy. En Constantinou, C., Kerr, P., and Sharp, P. (Ed.) *The SAGE Handbook of Diplomacy* (pp. 628–41). London, UK: SAGE.
- Ekroos, K. and Lima-Toivanen, M. (2018). *Finish research, higher education and innovation cooperation with Latin America and The Caribbean: Roadblocks and recommendations for future action*. Helsinki, Finlandia: VITRI.
- Gual Soler, M. (2014). Intergovernmental Scientific Networks in Latin America: Supporting Broader Regional Relationships and Integration. *Science & Diplomacy*, *3(4)*. Recuperado de http://www.sciencediplomacy.org/article/2014/intergovernmental-scientificnetworks-in-latin-america.

- Nye, J. (2004). *Soft Power: The Means to Success in World Politics*. New York, EE.UU.: Public Affairs.
- Rabadán-Diehl, C. (2017). Linking Evidence to Policy in Latin America. *Science & Diplomacy*, 6(2). Recuperado de http://www.sciencediplomacy.org/article/2017/linking-evidencepolicy-in-latin-america
- Rungius, Ch., Flink, T., and Degelsegger-Márquez, A. (2018). *State-of-the-Art Report: Summarizing Literature on Science Diplomacy Cases and Concepts. Deliverable 2.2*. Vienna: S4D4C. Recuperado de https://www.s4d4c.eu/s4d4cs-state-of-the-art-report-on-science-diplomacy/
- The Royal Society and The American Association for The Advancement of Science. (2010) *New frontiers in science diplomacy*. London, UK: The Royal Society and AAAS.

La paradiplomacia científica logra el acceso preferente, prioritario y temprano a vacunas contra el COVID-19

Dr. Alexis M. Kalergis[28],
Dr. Pablo A. González Muñoz[29],
Tomás Rivero Castillo[30],

La paradiplomacia científica logra la vacunación masiva en Chile

Sin duda la pandemia por el virus que tiene por nombre síndrome respiratorio agudo severo - coronavirus 2 (SARS-CoV-2, siglas en inglés), y que es causante del cuadro clínico conocida como enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19, siglas en inglés)[31], ha puesto de manifiesto la importancia de la diplomacia y la paradiplomacia. Nos encontramos frente a un patógeno que no se vio afectado por fronteras y que rápidamente se encontró presente en 194 países con más de 500 millones de casos y 6,2 millones de personas formalmente registradas como fallecidas por este virus[32], si bien la Organización Mundial de la Salud (WHO, siglas en inglés) recientemente cifra este número en 15 millones de personas[33]. En Chile, los casos confirmados acumulados ascienden a 3.611.813 y los fallecidos confirmados totales a 46.286[34] (consultado el 17 de mayo de 2022).

A comienzos del 2020, el contexto mundial se vio obligado a cambiar y repensar el *statu quo*, ya que se daba origen a una pandemia en donde ninguna nación estaba preparada, y se requería de máxima cooperación para acceder a toda información que permitiera limitar en algún grado la enfermedad y reducir sus devastadoras consecuencias sanitarias, económicas y sociales. Con ello, y de forma espontánea tomó relevancia la paradiplomacia, término que hace referencia al accionar de actores fuera de la esfera de lo canales tradicionales de relaciones internacionales de los Estados[35], como por ejemplo a través de centros de investigación

[28] Profesor Titular, Instituto Milenio en Inmunología e Inmunoterapia, Departamento de Genética Molecular y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Asesor Científico de la Comisión Desafíos del Futuro del Senado. Miembro de Consejo Asesor del International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology. Miembro Academia Chilena de Ciencias y Premio Nacional de Innovación Avonni. Correo electrónico: akalergis@bio.puc.cl
[29] Profesor Asociado, Instituto Milenio en Inmunología e Inmunoterapia, Departamento de Genética Molecular y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Young Scientist World Economic Forum (WEF), Young Scientist The World Academy of Sciences (TWAS). Correo electrónico: pagonzalez@bio.puc.cl
[30] Instituto Milenio en Inmunología e Inmunoterapia, Departamento de Genética Molecular y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Correo electrónico: tomas.rivero@uc.cl
[31] Finkel, "*The coding capacity of SARS-CoV-2*", Nature, 2021, doi: 10.1038/s41586-020-2739-1
[32] John Hopkins Coronavirus Resource Center; https://coronavirus.jhu.edu/map.html
[33] Who; https://www.who.int/news/item/05-05-2022-14.9-million-excess-deaths-were-associated-with-the-covid-19-pandemic-in-2020-and-2021?
[34] https://www.minsal.cl/nuevo-coronavirus-2019-ncov/casos-confirmados-en-chile-sars-covid-19/
[35] http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/4552/15805-21921931757-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

e instituciones académicas, con creación e intercambio de conocimiento científico, gracias a colaboraciones y asociatividades basadas en redes científicas preexistentes. Ejemplo de aquello se dio en Chile, en el marco de una colaboración en el año 2019 entre el Instituto Milenio en Inmunología e Inmunoterapia (IMII), junto a la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC) y Sinovac Biotech, farmacéutica China, con la cual antes de la pandemia comenzaron a explorar colaboraciones científicas para el avance tecnológico de vacunas desarrolladas en Chile contra el virus respiratorio sincicial humano (VRSh) y metapneumovirus humano (MPVh). En base a estas interacciones y ante la emergencia sanitaria mundial, Sinovac contactó al equipo IMII-UC con el fin de colaborar en el desarrollo de una vacuna a base de virus inactivado contra SARS-CoV-2, mediante la realización de estudios científico-clínicos fase 3[36]. Con ello, tempranamente se firmó un *Memorándum de Entendimiento* (MoU), y luego un acuerdo que se firmó en el mes de junio de 2020, y que consideró que de ser exitoso el estudio científico-clínico fase 3 ejecutado en colaboración, el Estado de Chile tendría acceso prioritario, preferente y temprano a la vacuna CoronaVac de Sinovac, hecho que luego se hizo realidad con el resultado que a la fecha se han administrado más de 25.973.228 de dosis en el país[37]. Además, en base a esta colaboración exitosa se extienden estudios adicionales, entre ellos un estudio científico-clínico fase 3 en población pediátrica que permite a Chile nuevamente acceder de forma prioritaria, preferente y temprana a la misma vacuna para población entre 3-17 años, siendo pionera en el cono sur y cuyos resultados luego apoyaron la toma de decisiones en la materia en países de la región como Brasil, que cuenta con la población pediátrica más grande de las Américas, a través de su agencia sanitaria ANVISA[38]. Con ello, Chile y otros países de la región se beneficiaron de paradiplomacia, en donde gracias a un acuerdo entre científicos de un centro de excelencia científica (IMII), la academia (UC) y la farmacéutica Sinovac, pionera en el desarrollo de una vacuna contra SARS-CoV-2, se dio como resultado el que el Estado de Chile lograra evitar millones de infecciones y salvar miles de vidas.

Con ello, la paradiplomacia es crucial ya que promueve a corto, mediano y largo plazo, interacciones necesarias para que ocurran colaboraciones efectivas, en las cuales se facilita el acceso oportuno a desarrollos biomédicos. Resulta fundamental también cultivar y extender estas colaboraciones en el

[36] https://www.elmostrador.cl/cultura/2021/03/09/rector-ignacio-sanchez-y-cientifico-alexis-kalergis-los-autenticos-artifices-del-exito-de-la-vacuna-sinovac-en-chile/

[37] https://informesdeis.minsal.cl/SASVisualAnalytics/?reportUri=%2Freports%2Freports%2F9037e283-1278-422c-84c4-16e42a7026c8&sectionIndex=1&sso_guest=true&sas-welcome=false

[38] https://www.anid.cl/blog/2022/02/02/gracias-a-resultados-de-estudio-cientifico-clinico-chileno-brasil-autoriza-uso-de-vacuna-sinovac-en-ninas-y-ninos/

tiempo, ya que esta no será la última pandemia[39].

Cabe destacar que el rol del IMII, como centro de excelencia científica de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, fue preponderante en la articulación de esta paradiplomacia, ya que gracias a la red de colaboraciones con la cual contaba y capacidad de asociatividad que han desarrollado en el tiempo, se ha vuelto un actor reconocido a nivel internacional en el ámbito de la investigación en inmunología y desarrollo de vacunas. Ejemplo de aquello, el IMII fue incorporado a una red de centros de excelencia internacionales de la *Federation of Clinical Immunology Societies* (FOCIS)[40] de EE.UU. como FOCIS Center of Excellence (FCE). Ello le significa al Centro una conexión con las mejores sociedades y científicos mundiales en el ámbito de la inmunología, pero a la vez en un medio con enfoque interdisciplinario para comprender y abordar enfermedades con componente inmunológico. El objetivo del IMII ha sido la investigación, tanto en ciencia básica como ciencia aplicada con un fuerte foco en la formación de capacidades humanas en la disciplina. El Centro cuenta con más de 150 científicos jóvenes en formación, en distintos niveles de entrenamiento, motivados en identificar nuevas metodologías diagnósticas, terapéuticas y vacunas contra enfermedades de base inflamatoria que afectan a las personas desde su infancia hasta su vejez. Los miembros del Centro invierten también importantes esfuerzos en promover la comunicación científica con la comunidad, y el desarrollo de políticas públicas que impacten positivamente a la ciudadanía. De cara al futuro, el IMII busca extender sus colaboraciones en investigación básica y clínica, y alcance tanto nacional como internacional[41].

Chile un país con capacidad para desarrollar vacunas.

El arribo a Chile de la pandemia producida por SARS-CoV-2 ha resurgido la necesidad que nuestro país vuelva a reestablecer las capacidades para la manufactura de vacunas, a partir de una historia que se remonta a 1887 en el Instituto de Vacuna Animal Julio Besnard (IVA-JB)[42]. En este lugar, se fabricó la vacuna antirrábica de uso veterinario y posterior a ello, se creó el Instituto de Higiene en el año 1892, en el cual se realizó investigación y el desarrollo de nuevos sueros, como el antidiftérico que mantuvo una producción récord de más de ochenta años y sólo se dejó de producirse en el año 2005[43]. En el año 1929, se creó el Instituto Bacteriológico, con lo cual aumentó la investigación y desarrollo de vacunas contra agentes bacterianos, como la vacuna contra la escarlatina y la peste bubónica o peste negra, entre otras, siendo manufacturadas por más de una década

[39] "*Diplomacia científica institucionalidad y legislación: Abecés para un acceso oportuno a vacunas pandémicas*", Autores: Pablo González, Alexis Kalergis, Revista Diplomacia 143, 15-25, 2020.

[40] https://www.focisnet.org/communities/fces/directory/

[41] http://www.imii.cl

[42] Lepe P., "*Una visión histórica de la rabia en Chile*", Rev Chil Infect 2008; 25 (Supl): S 2-S 7.

[43] Memoria del ISP, 1892-2009.

hasta que se desarrollaron antibióticos y se sintetizara la penicilina[44]. También se destaca la manufactura de algunas vacunas antivirales, como la antigripal (contra influenza) que se fabricó por más de 20 años, y la antivariólica que se fabricó hasta la erradicación de la viruela[45]. Por último, cabe mencionar la vacuna del bacilo de Calmette-Guérin, o BCG, contra la tuberculosis, la que se manufacturó por 40 años y coincidió con el término de la fabricación de vacunas en Chile por parte del Instituto de Salud Público (ISP) en el año 2005[46].

En resumidas cuentas, en Chile se desarrollaron y fabricaron vacunas y sueros de forma ininterrumpida desde fines del siglo XIX hasta principio del siglo XXI, contabilizándose 29 vacunas y más de 10 sueros diferentes, tanto para uso animal como humano[47]. En la actualidad, esta capacidad se ha reducido solo al desarrollo de vacunas para uso animal en el sector privado, mientras que el desarrollo de vacunas para uso humano solo se ha mantenido a nivel experimental y piloto en universidades o centros de investigación de forma preclínica y excepcionalmente en estudios clínicos tempranos (e.g. estudio clínico fase 1). Este limitado desarrollo se da en parte por el hecho de que actualmente no existe la infraestructura para la producción de viales de vacunas para humanos bajo buenas prácticas de manufactura (BPM, o GMP en inglés), condición necesaria para que estas vacunas puedan ser utilizadas en estudios científico-clínicos. Un ejemplo de ello es la vacuna desarrollada por la P. Universidad Católica, en conjunto con el IMII, contra el virus respiratorio sincicial humano (VRSh), para la cual su fabricación BPM debió realizarse en el extranjero, para luego realizar un estudio científico-clínico fase 1 pionero en nuestro país y que resultó exitoso[48].

La reciente pandemia por SARS-CoV-2 nos da la oportunidad de repensar nuestra aproximación a las vacunas en nuestro país, tanto en su desarrollo, como la forma de abastecimiento de estas. Por lo pronto, hemos tenido la fortuna de contar con colaboraciones fructíferas para COVID-19, pero no debemos olvidar que estamos a despensa de laboratorios extranjeros, lo que nos deja vulnerables para próximas pandemias. Esto último podría cambiar gracias a inversiones privadas por laboratorios internacionales, como Sinovac, que han mostrado interés en establecerse en Chile para la manufactura de vacunas contra SARS-CoV-2 y otras vacunas, tales como las dirigidas contra la influenza y otros virus. De concretarse esta iniciativa, se esperan sinergias con instituciones académicas en

[44] Laval E., "*La epidemia de escarlatina del año 1929 en Chile*", Rev Chil Infect 2009; 26 (2): 168-172.

[45] Borgoño J., "*Vacunación antivariólica en Chile*", Rev Chil Infect (2002); 19 (1): 60-62.

[46] Parada, M., "*Fabricación de vacunas en chile una historia de producción local poco (re)conocida*", Rev. Inst. Salud Pública Chile. 2019, 3(1): 21-31.

[47] Ibarra C., "*Producción de sueros y vacunas en Chile, la importancia del abastecimiento local*" Rev Chilena Infectol 2020; 37 (4): 413-421.

[48] "*Safety and immunogenicity evaluation of recombinant BCG vaccine against respiratory syncytial virus in a randomized, double-blind, placebo-controlled phase I clinical trial*", ClinicalMedicine. 2020. Abarca, KA. et al., doi:10.1016/j.eclinm.2020.100517.

Chile, con capacidades reconocidas internacionalmente en el diseño y evaluación de vacunas, como el IMII y la UC. Con ello, estas iniciativas no solo son deseadas y bienvenidas, sino también deben ser promovidas desde todos los sectores del país dado su relevancia para la salud pública.

La propiedad intelectual en tiempos de emergencia sanitaria

La pandemia por SARS-CoV-2 nos hace reflexionar también en la importancia, o no del acceso libre a la propiedad intelectual en el ámbito de la fabricación de vacunas, medicamentos y tests de diagnóstico, entre otros, lo que suponía un desafío mundial sin precedentes para COVID-19, tanto por sus dimensiones como por su urgencia. A más de 2 años del inicio de la emergencia sanitaria y a un poco más de 1 año de la inmunización masiva que ha vivido el mundo, aún hay países con tasas muy menores de vacunación contra SARS-CoV-2, y no porque sus ciudadanos no quieran recibir las vacunas existentes, sino que estos países no han tenido acceso a estas herramientas que provee la biomedicina contra COVID-19, existiendo una inequidad importante entre países industrializados en comparación con países en vías de desarrollo[49]. Tal desigualdad fue descrita por el Director de la OMS Tedros Adhanom Ghebreysus como un "apartheid de vacunas", comentando en la apertura de la Asamblea Mundial de la Salud del 24 de mayo de 2021 que "La actual crisis revela una desigualdad escandalosa que está perpetuando la pandemia. Más del 75% de las vacunas han sido administradas en solo 10 países, y no hay forma diplomáticamente correcta de decir esto: el pequeño grupo de países que produce y compra la mayor parte del suministro mundial de vacunas está controlando el destino del resto del mundo". Previendo esta situación, tempranamente se levantaron iniciativas como COVAX, que buscaban un acceso equitativo a las vacunas contra SARS-CoV-2, si bien su implementación tempranamente presentó algunos desafíos importantes[50].

Si bien la propiedad intelectual asociada a la preparación de algunas vacunas contra COVID-19 fueron exentas[51], la protección de otras no se ha visto modificadas a pesar de importantes esfuerzos diplomáticos mundiales[52]. Sin embargo, además de la propiedad intelectual asociadas a algunas vacunas, se suman a otras restricciones o barreras, como el financiamiento de infraestructura, la disponibilidad de capital humano avanzado, cadenas de distribución y almacenamiento, y modelos de negocio, entre otros[53].

Por lo pronto, poner en práctica diplomacias en torno al acceso de vacunas en base a la

[49] https://www.who.int/es/news/item/22-07-2021-vaccine-inequity-undermining-global-economic-recovery

[50] https://www.paho.org/es/covax-americas

[51] http://english.mofcom.gov.cn/article/newsrelease/significantnews/202109/20210903201114.shtml

[52] Amy Maxmen, "*The fight to manufacture COVID vaccines in lower-income countries*", Nature, 2021, doi: https://doi.org/10.1038/d41586-021-02383-z.

[53] (Karen Walsh, "*Intellectual Property Rights and Access in Crisis*" IIC Int Rev Ind Prop Copyr Law. doi: 10.1007/s40319-021-01041-1)

unión de Estados ha sido un foco importante, con lo que países pertenecientes al G7 (i.e. Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido), han comprometido la compra de vacunas contra COVID-19 que serán distribuidas mundialmente a través de COVAX, lo que se suma a otros países como China, India y Rusia que han priorizado la diplomacia, donado millones de dosis de vacuna al Sudeste asiático, África y Latinoamérica, ya que para poder controlar la pandemia y disminuir la aparición de nuevas variantes se requiere vacunar al menos el 75% de la población mundial, siendo la mejor estrategia para mitigar el estrés de los servicios de salud y poder activar la economía[54].

Comentarios finales

La pandemia nos ha entregado muchas lecciones, varias aprendidas sobre la marcha y nos recuerda que debemos prepararnos para las próximas emergencias sanitarias globales. Un aspecto invaluable, al menos localmente, es que ha quedado demostrado que todos podemos aportar significativamente desde nuestra posición, y lo que hacemos hoy, a través de colaboraciones científicas-clínicas-tecnológicas en el ámbito de la academia que puede tener importantes impactos en el futuro a través de la paradiplomacia. A su vez, se ha reposicionado en Chile la necesidad de desarrollar capacidades, sobre todo de infraestructura para el desarrollo de vacunas para uso humano, ya que, si hay algo seguro luego de esta pandemia, es que no será la última que viviremos y, por tanto, debemos promover el acceso oportuno y a la vez equitativo a las vacunas.

Se ha planteado que nuestro país deberá avanzar hacia una soberanía nacional de capacidades científico-tecnológicas, articulando iniciativas público-privadas, en donde la producción y manufactura de vacunas y de biofármacos para uso en humanos ha sido calificada como prioritaria y estratégica. Los esfuerzos de la diplomacia están siendo crecientemente parte de estas definiciones, y anticiparnos tempranamente a futuras contingencias sanitarias revela cómo Chile también puede estar en condiciones de ser un actor activo en nuevas formas de cooperación internacional.

[54] Nuevos Mapas para la Diplomacia, capítulo "*La ciencia de las vacunas tiende puentes y cruza fronteras al servicio de la comunidad*", Autores: Pablo González, Tomás Rivero, Thomas Rivera, Consuelo Covarrubias, Alexis Kalergis, Ciencia, Editores: Miguel Ángel González, Pedro Oyarce.

SEPARATA III.

DESAFÍOS DE LA POLÍTICA EXTERIOR EN CIENCIA, TECNOLOGIA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN.

Nota Introductoria

Emb. Pedro Oyarce[1]

La Dirección de Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación (DECYTI), hoy conocida como División de Ciencias, Energía, Innovación, Educación y Astronomía sistematiza la experiencia acumulada para articular el vínculo entre la ciencia y la diplomacia como una dimensión relevante de la política exterior.

Más allá de la noción de diplomacia científica y de la taxonomía delimitada por el informe conjunto "*New Frontiers in Science Diplomacy*" de la AAAS & Royal Society[2], lo esencial es cómo la ciencia y el conocimiento se instalan en la agenda interna y en el dialogo entre países. Ciencia y Diplomacia tienen una visión común transversal y una mirada internacional. Es interesante advertir cómo ello se expresa a nivel bilateral y multilateral, en la dimensión global y regional.

Es claro que existe un relato histórico de esa relación. Pero es evidente que la pandemia del COVID-19 y el cambio climático han acelerado ese dialogo, el cual se manifiesta a través de diversas asociaciones tanto públicas como privadas entre múltiples actores.

En este escenario, investigadores de la industria y la academia se encuentran en una posición especial para contribuir a los procesos decisorios políticos que impactan en el desarrollo y bienestar de las sociedades y comunidades.

El articulo recuerda que la Política Exterior del siglo XXI ha asumido la interface de ciencia – relaciones internacionales y la manera en la cual Chile desarrolla, desde hace algunos años, iniciativas, actividades y alianzas. La idea es potenciar, institucionalmente, ese vínculo a partir de la creación de DECYTI, en 2006.

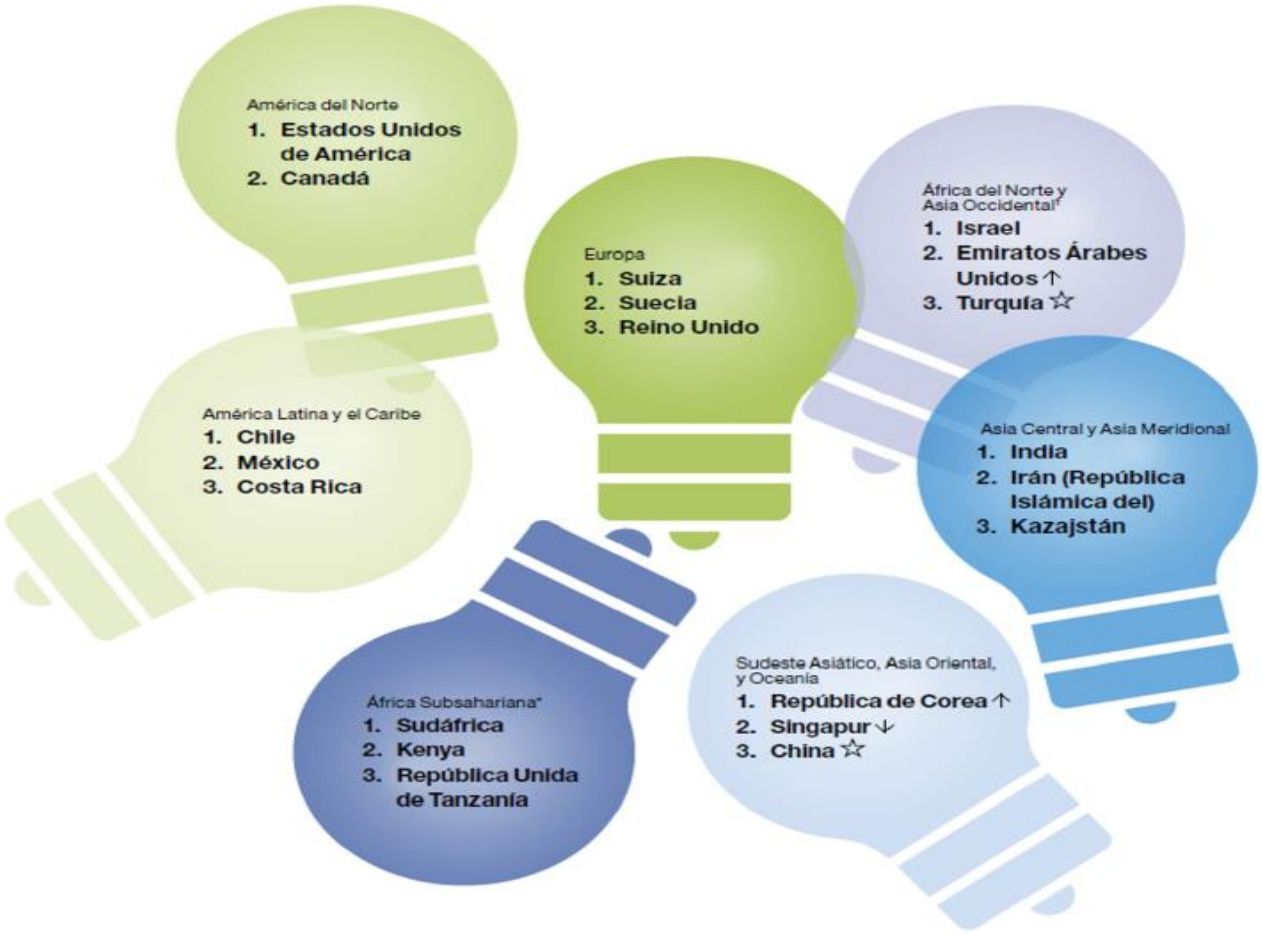
La instalación de una visión que vincule la política exterior al ecosistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI), promoviendo una relación activa de Chile con los principales países productores de conocimiento científico y de innovación tecnológica, ha estimulado una cooperación a partir de las características singulares de nuestro territorio, otras condiciones y ventajas nacionales. Ello atiende, de manera especial, nuestras capacidades para agregar valor a nuestros recursos por medio del emprendimiento de base científico-tecnológico (EBCT).

[1] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

[2] AAAS & Royal Society (2010) "*New Frontiers in Science Diplomacy*". Disponible en: https://www.aaas.org/sites/default/files/New_Frontiers.pdf

Líderes mundiales de la innovación en 2021

Las tres principales economías innovadoras, por región



Fuente: Indice Mundial de Innovación OMPI, www.wipo.int/global_innovation_index/es/2021/

Recientemente, el Consejo CTCI entregó al Gobierno la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo de Chile[3], donde se sugieren orientaciones y principios para la incorporación del país a la sociedad del conocimiento, la contribución a la sostenibilidad del planeta, la biodiversidad y los ecosistemas; siempre impulsando la equidad e inclusión para contribuir al desarrollo y bienestar, tanto de la población como de su entorno. La idea fundamental es que la CTCI sea parte de un relato-país y que estos temas hagan sentido a nuestra gente, focalizándose en la identidad. La diplomacia comprende y asume los desafíos que ello involucra para el posicionamiento internacional de Chile.

El nuevo ciclo de política exterior entiende los desafíos que plantea la presencia del país en las redes de la ciencia y del conocimiento, promoviendo un modelo de desarrollo productivo, en el cual la sostenibilidad esté en el centro de la fuerza transformadora que plantea la CTCI, para generar mayores niveles de conocimiento y sofisticación. El mensaje fundamental de estas reflexiones es la generación de desarrollo y bienestar, sostenible e integral, basado en la sociedad del conocimiento.

La participación internacional de Chile en los espacios generadores de ciencia y conocimiento de frontera exigen una articulación sostenida con la institucionalidad basada en el Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación, la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y los diferentes polos académicos, de investigación y de emprendimiento científico-tecnológico.

Estos son hoy terrenos amplios y fértiles para ejercer la política exterior. Los temas aquí abordados advierten la necesidad de elaborar una visión que permita a nuestro país integrarse en escenarios internacionales. Ello implica cautelar intereses nacionales, el desarrollo de una soberanía científica y atender preocupaciones prioritarias de la humanidad, reflejadas en megatendencias y en nociones asociadas a los bienes públicos y comunes de alcance global.

Con estos referentes, DECYTI revisa algunos temas esenciales para la matriz transformadora de Chile: astronomía, redes de ciencia y tecnología, energía, innovación, planes estratégicos, educación, gestión de recursos hídricos y minería verde.

A la luz de estas reflexiones de DECYTI, cabe anticiparse a ciertos escenarios y preocupaciones que convendría considerar en las definiciones de nuestra política exterior en materia de CTCI.

- El desarrollo de la actual cuarta revolución industrial (y la transición hacia un metaverso) sitúan a la agenda de CTCI en el centro de las relaciones internacionales. Allí, habrá

[3] Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (2022). "Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo de Chile". Disponible en: https://www.consejoctci.cl/_files/ugd/1296dd_5f4e394324614ef99dea042ef39710b4.pdf

que identificar alianzas y asociatividades en escenarios de poder emergentes y de visiones del Norte y del Sur global.

- Asumir un nuevo relacionamiento entre CTCI y sociedad, donde es esencial democratizar el acceso y la apropiación de conocimientos y de tecnologías.
- El fortalecimiento del capital humano avanzado (CHA) y la formación de profesionales para una inserción efectiva del mundo académico y de la investigación, dentro de la industria y del emprendimiento nacional y global.
- Nuevos instrumentos para el beneficio de la comunidad científica nacional, en torno a las diversas dimensiones de proyectos de *Big Science* en territorio chileno. El modelo de la reserva del 10% del tiempo de observación para planteles chilenos en las operaciones de consorcios astrocientificos internacionales instalados en Chile constituye un referente para estos desarrollos.
- Fomentar el impacto local y territorial de la CTCI y cómo debe materializarse el relacionamiento internacional de esos territorios.

El artículo de esta separata invita a una reflexión prospectiva a partir de los desarrollos institucionales y políticos que la CTCI genera para la matriz transformadora de Chile, donde la política exterior debe ser un activo importante.

La Academia Diplomática de Chile (ACADE) ha asumido en el proceso de formación y de vinculación con el medio, la fuerza transformadora de la CTCI y cómo ello debe expresarse en nuevas formas de hacer diplomacia.

Este articulo permite advertir cómo estos temas se han incorporado a la agenda y a las prioridades de una política exterior que entiende el dialogo entre ciencia y sociedad como un agente de bienestar inclusivo, en el cual participan múltiples actores y poderes, y dónde es necesario reafirmar la soberanía inteligente, asumiendo los intereses de la humanidad.

El desafío es que la diplomacia contribuya al posicionamiento internacional de Chile en un mundo de redes que ha ido configurando una nueva geopolítica, a la cual el nuevo ciclo de política exterior debe estar en condiciones de responder.

Desafíos de la política exterior en el ámbito de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación.

Equipo de la División de Ciencias, Energía, Innovación, Educación y Astronomía
Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile

Un nuevo ciclo de Política Exterior exige consolidar el posicionamiento de la ciencia y del conocimiento en las relaciones internacionales, donde la acción de los Estados constituye una línea de base a partir de la cual se construye un conjunto de redes entre múltiples actores. Allí es necesario insertar al país e instalar temas que expresen nuestra identidad e intereses nacionales.

La ciencia, la tecnología y la innovación son motores del desarrollo y están en el centro de procesos transformadores de la sociedad. Esto debe conducir a políticas públicas y cambios culturales, que atiendan aquellos problemas que amenazan con la desestabilización global e incluso la supervivencia de la humanidad, a mediano y largo plazo. Cuestiones como la crisis climática, los alimentos y el agua, la preservación de la biodiversidad y las enfermedades pandémicas tienen una dimensión científica, atraviesan disciplinas y fronteras, afectando transversalmente todos los niveles de la sociedad.

Estos temas exigen una activa cooperación entre los países y, al mismo tiempo, renovadas formas de diplomacia, donde las respuestas multilaterales basadas en la evidencia científica demandan una constante formación en capital humano avanzado (CHA) y un creciente compromiso tanto de recursos como de voluntad política. Como dijo una vez Einstein "ningún problema puede resolverse con el mismo tipo de pensamiento que lo creó".

Aunque la ciencia y la diplomacia han tenido una relación fluida a lo largo de la historia moderna[4], la pandemia del COVID-19 reveló que la ciencia es un poderoso aliado de la política para gestionar los temas de la agenda internacional. La pandemia demostró que la solución a los desafíos globales que experimenta nuestro mundo interdependiente e hiperconectado requiere de alianzas multisectoriales.

En esta coyuntura, investigadores tanto del mundo académico como de la industria, se encuentran en una posición única para contribuir con su capital intelectual, aprovechando sus colaboraciones internacionales para construir puentes y mejorar, de manera decisiva, la resolución de esos problemas en muchos niveles.

[4] López-Verges, S. *et al.*, "Closing the Gap Between Emerging Initiatives and Integrated Strategies to Strengthen Science Diplomacy in Latin America", *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, vol. 26, nº 16, 2021, pp. 1-7. DOI: http://dx.doi.org/10.3389/frma.2021.664880

Son conocidos los casos de países que han asumido el desafío de fortalecer la coordinación entre el mundo de la ciencia y la diplomacia[5], a través de rediseños a las estructuras de sus ministerios de relaciones exteriores (Dinamarca, España, Estados Unidos, Francia, Japón, Nueva Zelanda, Reino Unido, Suiza), y adoptando estrategias nacionales (Sudáfrica, India o Panamá), subnacionales (São Paulo en Brasil, Quebec en Canadá y Valonia en Bélgica), e incluso a nivel de ciudad como Ginebra, Barcelona[6], Boston y Ciudad de México.

Para que la interacción entre ciencia y diplomacia alcance todo su potencial, queda mucho trabajo por delante, especialmente en los países de América Latina. A pesar de que la región cuenta con una larga tradición y una amplia gama de instrumentos de cooperación bilateral, regional y multilateral para favorecer y complementar las capacidades nacionales para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, integrar la ciencia a la praxis de la política exterior[7] sigue siendo un desafío entre los países latinoamericanos y del caribe.

Una política exterior del siglo XXI debe asumir la interfase entre ciencia y relaciones internacionales. Así lo ha entendido Chile, desarrollando desde hace algunos años iniciativas, actividades y alianzas tendientes a estrechar ese vínculo.

En 2006, el Ministerio de Relaciones Exteriores creó la Dirección de Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación (DECYTI), actual División de Ciencias, Energía, Educación, Innovación y Astronomía, como unidad dependiente de la Secretaría General de Política Exterior: esta es la encargada de apoyar la internacionalización de las políticas y actores nacionales del ecosistema nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) en las redes globales, multilaterales y regionales de I+D+i. Al mismo tiempo, la DECYTI busca facilitar la articulación de los lineamientos para el sector CTCI con los intereses y prioridades estratégicas de la Política Exterior de Chile.

Desde el inicio de sus actividades, esta ha apoyado tanto la integración como el vínculo del ecosistema CTCI nacional con los países productores de conocimiento. Ha servido de catalizador para la cooperación científica, basándose en las características singulares del territorio nacional, para atraer ciencia de clase mundial y tecnologías de punta.

Nuestra apuesta es posicionar la política exterior en la fuerza transformadora que plantea la CTCI, para generar los cambios estructurales que nuestra sociedad demanda. De esta manera, se contribuye a un nuevo modelo de desarrollo verde, soberano, feminista y descentralizado.

En el nuevo ciclo de política exterior y la presente coyuntura de revisión institucional, con miras a implementar un nuevo modelo de desarrollo que enfatice la sostenibilidad, la DECYTI está llamada a jugar un rol clave

[5] S4D4C. The Madrid Declaration on Science Diplomacy (2019) https://www.s4d4c.eu/s4d4c-1st-global-meeting/the-madrid-declaration-on-science-diplomacy

[6] SciTech DiploHub, the Barcelona Science and Diplomacy Hub. Disponible en: www.scitechdiplohub.org/

[7] Gual Soler, M. Diplomacia Científica En América Latina y El Caribe. Montevideo: UNESCO, 2020, Foro CILAC. http://forocilac.org/wp-content/uploads/2020/11/PolicyPapers-DiplomaciaCientifica-ES.pdf

en la articulación de la ciencia y la política exterior. Sus herramientas pueden favorecer la búsqueda de soluciones ante desafíos país como el desarrollo de las energías limpias, el manejo de los recursos hídricos, la resiliencia ante desastres naturales, la seguridad alimentaria, la inclusión o el envejecimiento de la población.

Es fundamental elaborar una visión que permita a nuestro país *generar desarrollo y bienestar, de manera sostenible e integral, basándose en una Sociedad del Conocimiento*. Allí, es clave el entendimiento del papel de la CTCI para impulsar la creación de valor y el desarrollo de una sociedad inclusiva y ética[8], conjugado con las definiciones recientes del Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación en materia de avance hacia una *soberanía de capacidades científicas, conocimientos y tecnologías en áreas estratégicas para Chile*.

En esta sección de la separata, se hará referencia a un conjunto de temas, líneas de trabajo y desafíos de DECYTI en los distintos ámbitos de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación y las formas en que estos están intrínsecamente vinculados con la política exterior.

Astronomía. La astronomía chilena es un ejemplo paradigmático de la intersección entre ciencia y política exterior. La Cancillería ha trabajado estrechamente con consorcios astronómicos internacionales con el objetivo de posicionar a Chile como una plataforma astronómica mundial, atraer proyectos internacionales para efectuar investigación astrocientífica de vanguardia, logrando cuantiosas inversiones en infraestructura científica[9].

Este también ha sido un campo muy fértil para el desarrollo científico chileno, el cual se ha basado en el aprovechamiento de la regla de reserva del 10% del tiempo de observación para proyectos de investigación de planteles chilenos: un precedente que se instaló en la cultura astronómica nacional desde las primeras negociaciones del Estado con los consorcios internacionales astrocientíficos.

Al año 2025, se prevé que Chile concentre alrededor del 70% de la infraestructura astronómica terrestre en telescopios con la capacidad de captar tanto las ondas en todo el espectro lumínico como aquellas del espectro electromagnético. Ello ha representado una inversión extranjera de unos US$ 6 mil millones. Este monto se aprecia mejor al compararlo con los fondos que dedica anualmente el Estado para la investigación científica en todas las áreas del conocimiento: unos US$ 700 millones[10].

La astronomía es un caso emblemático de Laboratorio Natural: la calidad científica de los cielos del norte de Chile para observar el universo tiene un reconocimiento internacional. En promedio, anualmente, más de 330 noches están totalmente

[8] Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (2022). "Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo de Chile". Disponible en: https://www.consejoctci.cl/_files/ugd/1296dd_5f4e394324614ef99dea042ef39710b4.pdf

[9] Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. "El aporte de Chile a la astronomía".
Disponible en: https://minrel.gob.cl/el-aporte-de-chile-a-la-astronomia/

[10] Aguilera, J. y Larraín F., Laboratorios Naturales en Chile (agosto 2021), p. 39.

despejadas para la investigación astrocientífica. Esto es gracias a la combinación de variados factores climáticos y meteorológicos como la influencia de un frío Océano Pacífico, un desierto muy seco y una Cordillera de Los Andes que supera los cuatro mil metros de altitud. Estos son un recurso científico único que nos permite ser "plataforma astronómica mundial".

De igual modo, la Antártica, la región Subantártica, el Océano Pacifico, el Desierto de Atacama, las formaciones geológicas y la biodiversidad mediterránea, nos definen como un Laboratorio Natural del Planeta y un lugar privilegiado para atraer centros de excelencia de I+D+i mundial a nuestro país.

Las diversas estrategias e iniciativas que Chile ha efectuado para consolidar la presencia de consorcios astrocientíficos, quienes efectúan investigación de frontera desde nuestro país, puede constituirse en una referencia al desarrollar la diversidad de laboratorios naturales presentes en nuestro territorio.

La estrecha colaboración con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, con la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), con el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y con CORFO, debe estar en el centro de las prioridades de la actividad diplomática en este campo. La Cancillería juega un rol clave en proyectar esta identidad a nivel mundial y a través del ejercicio de la Política Exterior, ser un facilitador en la atracción de estas inversiones en "*Big Science*" a nuestro país.

El desarrollo de nuestros diversos laboratorios naturales es también una posibilidad para la formación de *spillovers*, es decir, de externalidades positivas producto de la investigación científica a gran escala. Es primordial identificar y capturar las múltiples oportunidades que el desarrollo científico puede traer para las comunidades y que por ejemplo podrían revitalizar, de la mano del turismo y de los servicios, poblados situados en el Desierto de Atacama o en zonas extremas.

Como contraparte de esta gran oportunidad de los Laboratorios Naturales, tenemos la obligación y el deber de protegerlos, cuidando los cielos oscuros de la contaminación lumínica o satelital, la biodiversidad de los mares (a través de áreas marinas protegidas, la pesca sostenible, disminuir la contaminación por plástico, entre otros), el cuidado de las montañas y del territorio subantártico, además de la protección de la Antártica, definida como una "reserva natural, dedicada a la paz y a la ciencia"[11]. Todos, espacios privilegiados para la ciencia y testigos de la historia geológica y climatológica que tiene importancia vital para el planeta[12], ante megatendencias como el cambio climático.

Ciencia y Tecnología[13]. Es un hecho reconocido que la I+D+i ocurre al interior de redes mundiales transfronterizas y de equipos multidisciplinarios. Para Chile, este

[11] Secretaria del Tratado Antártico. Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente. Disponible en: https://www.ats.aq/s/protocol.html

[12] Aguilera, José Miguel y Larraín Felipe, Laboratorios Naturales en Chile (Agosto 2021), prólogo.

[13] Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2020). Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Disponible en: https://www.minciencia.gob.cl/politicactci/documentos/Politica-Nacional-CTCi_Chile-2020.pdf

es un factor determinante para saltar al desarrollo a partir de una integración a la "economía del conocimiento". Ser parte activa de dichas redes internacionales es una condición básica de su desarrollo.

La Política Exterior está incorporando crecientemente esta dimensión y el equipo profesional de Cancillería interviene para facilitar la inserción de nuestras científicas y científicos, universidades y centros de I+D+i, en las redes globales del conocimiento.

La infografía "Chile cuenta con más de 50 acuerdos Gubernamentales con componente CTCI" (p. 14) muestra que el 48% de tales acuerdos han sido suscritos por Chile con países del continente americano y del Caribe. Esta es una dimensión cada vez más presente en las agendas bilaterales con los países de la región, lo cual constituye una prioridad de nuestra Política Exterior. Esta tiene Universidades y Centros de Excelencia en I+D+i, en especial México, Brasil y Argentina, con quienes se requiere reforzar relaciones sectoriales con un corte estratégico.

Energía. El sector energético nacional vive un importante dinamismo en inversiones y un proceso de reconversión hacia una matriz más sustentable, económica y justa, tal como se consigna en las diversas políticas del sector[14], impulsadas en los últimos años por distintos gobiernos.

Un pilar esencial de esta política son los desarrollos tecnológicos, en especial en energía solar, eólica, y en sistemas de ahorro y eficiencia energética. Las energías renovables no convencionales son elementos que tenemos disponibles para avanzar hacia una independencia energética: en especial, hoy, son proyectos eólicos y solares; mañana, serán iniciativas para el desarrollo mareomotriz y geotérmico.

En ese escenario, un nuevo actor de rápido posicionamiento en la matriz del futuro es la generación, uso y exportación de hidrógeno verde[15] y sus derivados desde Chile, con condiciones documentadas de ventajas frente a potenciales competidores. Chile ha iniciado su camino hacia la explotación de esta oportunidad. La proyección de esta opción estratégica es significativa: una nueva industria sostenible y avanzada, que podría apalancar el crecimiento del país y el bienestar de su ciudadanía durante las siguientes décadas[16].

Dado que Chile no cuenta con yacimientos significativos de combustibles fósiles, dependiendo de la importación de hidrocarburos, asegurar el abastecimiento energético es crítico para nuestra matriz de desarrollo. De allí que Cancillería trabaje estrechamente con el Ministerio de Energía para desarrollar alianzas tecnológicas internacionales y mecanismos bilaterales con países líderes.

[14] Ministerio de Energía (2022). "Transición energética de Chile. Política Energética Nacional". Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf

[15] La obtención de hidrógeno, principalmente, a partir del proceso de electrólisis, alimentado por energías renovables no convencionales.

[16] Ministerio de Energía (2020). "Estrategia nacional de Hidrogeno Verde". Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_h2_-_espanol2022.pdf

Chile cuenta con más de 50 Acuerdos Gubernamentales con componente en CTCI

América

- Argentina - Bolivia - Brasil - Canadá
- Colombia - Costa Rica - Ecuador
- El Salvador - Estados Unidos de América
- Grenada - Guatemala - Guyana - Haití
- Honduras - Jamaica - México - Nicaragua
- Panamá - Paraguay - Perú
- República Dominicana- Trinidad y Tobago
- Uruguay - Venezuela

África y Medio Oriente

- Israel - Jordania
- Palestina - Turquía
- Egipto - Guinea Ecuatorial
- Kenia - Angola
- Marruecos - Mozambique
- Zaire

Europa

- Alemania - Dinamarca - España
- Finlandia - Francia - Italia
- Reino Unido - Suecia - Croacia
- Rumania - Bélgica - Bulgaria
- Grecia - Hungría
- Países Bajos - Suiza

Asia y Oceanía

- China - Corea - Japón - India
- Indonesia - Malasia
- Tailandia

Al mismo tiempo, en el horizonte se presentan importantes beneficios de una interconexión energética regional, en especial con Perú y Argentina, donde se podrá constituir una plataforma sólida que impulse una mayor integración económica y política de la región.

Innovación. La ciencia, como indagación radical, mantiene vivo el aprovechamiento y la generación del conocimiento. Sin embargo, los avances del conocimiento científico se encuentran cada día desafiados por la necesidad de conducir a la creación de nuevas o renovadas aplicaciones y prácticas que nos permitan mejorar las condiciones sociales, culturales y materiales de nuestros ciudadanos y de la humanidad.

Es reconocida la vinculación y conformación de sinergias entre los actores e instituciones que desarrollan CTCI, con aquellos que poseen la capacidad de incubar la Innovación y apoyarla para conformar empresas o modelos de negocios viables. Todo ello muy frecuentemente ocurre en torno a la conformación de Polos para el desarrollo científico y tecnológico, los cuales, al dinamizar la interrelación y la creación de iniciativas, tienen una mayor posibilidad de crear ganancias de productividad y crecimiento de las economías locales.

El siguiente esquema, perteneciente a la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, muestra la distribución de los principales polos científicos y tecnológicos en 2021 (p. 16).

En este ámbito, la Cancillería ha apoyado decisivamente la vinculación internacional de las instituciones nacionales a cargo de las políticas de innovación (principalmente MinCiencia, CORFO y ANID), así como también de las iniciativas generadas a partir de la capacidad innovadora local (implementada, fundamentalmente, por Start-Up Chile[17] y el Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacionales[18]). Estas han contado con la colaboración de nuestras Misiones en el exterior y, especialmente, de aquellas situadas a proximidad de los principales polos para la generación de conocimiento científico y de innovación tecnológica.

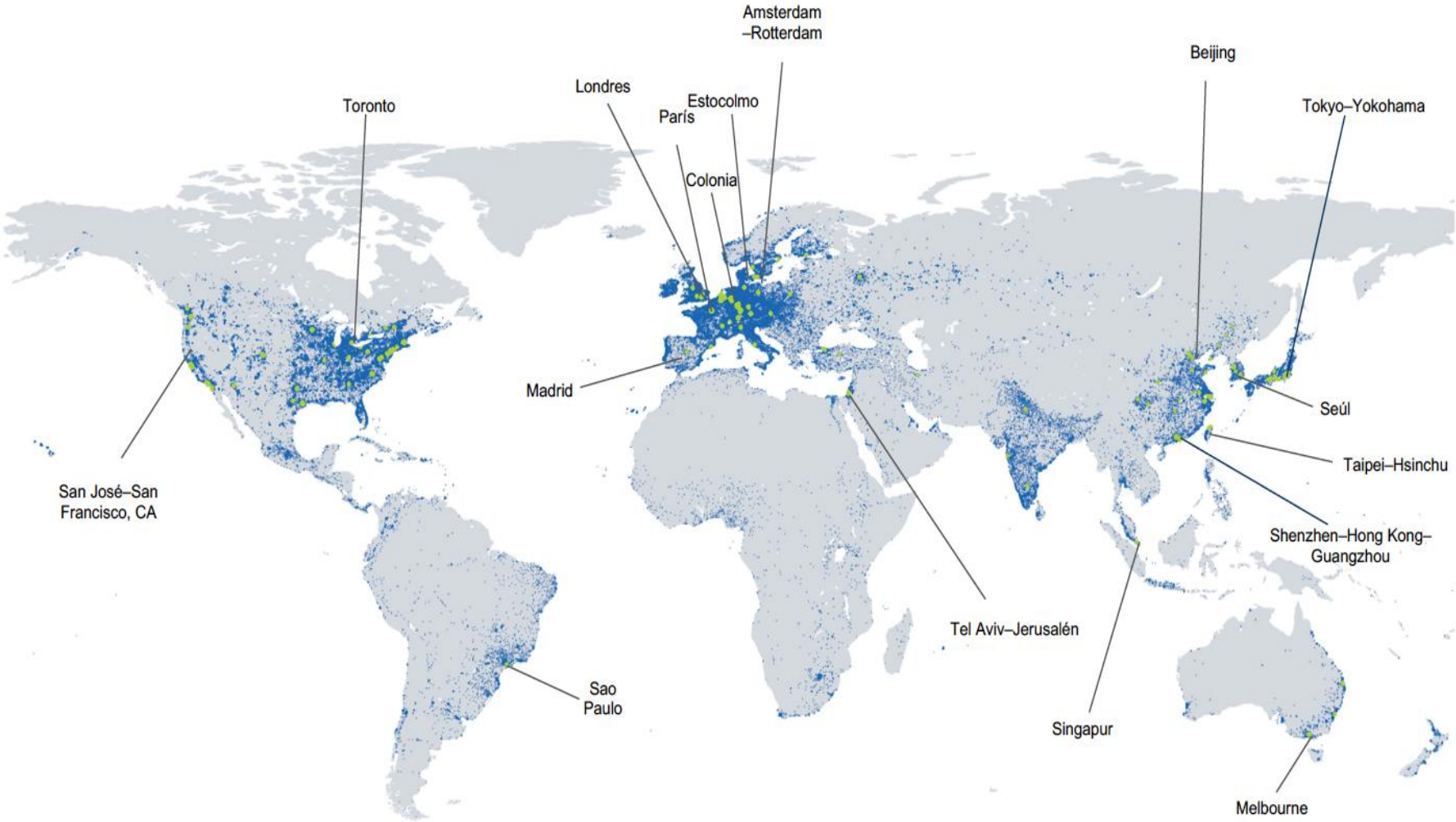
En esta línea, la acción de la Política Exterior debe también focalizarse en apoyar nuevas capacidades para la investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+i+e), con especial énfasis en las regiones con menos desarrollo. El establecimiento de 15 Centros Regionales para fomentar la creación y apropiación de conocimiento territorial puede potenciarse con proyectos y programas que vinculen nuestros polos con regiones afines, de otros lugares del mundo.

[17] Start-Up Chile (2022). "Nuestro Impacto" Disponible en: https://startupchile.org/nuestro-impacto/

[18] Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (2022). "Centros de excelencia internacional". Disponible en: https://www.anid.cl/centros-e-investigacion-asociativa/centros-de-excelencia-internacional/

Principales 100 polos científicos y tecnológicos 2021

Los 100 principales polos de ciencia y tecnología se concentran en 26 economías



Fuente: Indice Mundial de Innovación OMPI, www.wipo.int/global_innovation_index/es/2021/

Planes Estratégicos. Un elemento permanente en el oficio diplomático moderno es la identificación precisa de contrapartes a nivel regional y temático. Esto es clave en áreas como la ciencia y la tecnología, que requiere de mayores grados de afinidad con contrapartes, cuyas potencialidades coincidan con aquellas áreas que nuestro país necesita potenciar para dar el salto al desarrollo.

En ese contexto, desde Cancillería se impulsan los Planes Estratégicos: son alianzas de largo plazo, que incorporan las dimensiones de Gobierno, sector privado, academia y de organizaciones no gubernamentales. Se destacan el Plan Chile – California y el Plan Chile – Massachusetts: el primero, respectivamente, se inició en la década de 1960, concentrando, actualmente, cooperación en desastres naturales (incendios y terremotos), conservación marina y terrestre, recursos hídricos, energía y Cambio climático; el segundo está centrado en cooperación y desarrollo de proyectos vinculados a ciencias de la vida y biotecnología, educación, emprendimiento y tecnología, y energía[19]. Otros acuerdos suscritos son el Plan Chile-Washington State y el Plan Chile-Sao Paulo.

Estos planes se han constituido en instrumentos habilitadores para reforzar la contribución efectiva de la política exterior en el área de la CTCI: se han constituido en una referencia de esquema de colaboración, siendo replicado por Chile para vincularse con otras regiones y entidades subnacionales con afinidades y generación de ciencia de alta calidad. Es necesario reforzar las preocupaciones, potencialidades y prioridades de estos esquemas de cooperación en un nuevo ciclo, en diversas regiones.

Educación. Experiencias internacionales de países como Corea, Israel y los escandinavos demuestran la importancia de un crecimiento rápido, masivo y focalizado de la formación de capital humano avanzado para dar un salto al desarrollo. En este ámbito, el programa Becas Chile ha sido un concurso emblemático en esta área para financiar estudios de postgrado, en especial a nivel de doctorado y de postdoctorado.

En la actualidad, Cancillería, a través de su red de Embajadas, Misiones en el exterior y sus Direcciones temáticas (Cultura, Medio Ambiente, Regiones, Chilenos en el Exterior, Ciencia y Tecnología) son interlocutores válidos en las diversas dimensiones del proceso de internacionalización, de acuerdo a los ámbitos en que se desarrolla (regional, cultural, económico). El vínculo con la diáspora de científicas y científicos nacionales es una de las dimensiones centrales para la proyección y posicionamiento internacional de Chile.

La Cancillería puede ser una ayuda importante para posicionar a las instituciones de educación de nuestro país en las redes globales del conocimiento, tanto a nivel universitario como Técnico-Superior. Esto es un complemento fundamental para innovar en los sistemas de anticipación a las necesidades de educación para la entrada al

[19] Embajada de Chile en los Estados Unidos (2022). "Planes Estratégicos con Estados de Estados Unidos". Disponible en: https://chile.gob.cl/estados-unidos/relacion-bilateral/planes-estrategicos-con-estados-de-estados-unidos

mercado laboral, formación de profesores y en la innovación educativa. Un ejemplo de ello es el apoyo político que entregan las Embajadas en los proyectos de colaboración científica a través de los Foros binacionales, como Chile-Suecia[20], Chile-Francia, Chile-Japón y Chile-Italia. Al mismo tiempo, estas actividades dan un impulso a la cooperación bilateral.

Finalmente, se trata también de importar capital humano para estudios de postgrado e inserción en la industria innovadora, ofreciendo cursos y diplomas en inglés. Al mismo tiempo, el objetivo es fortalecer la educación Técnico-Superior, desarrollando iniciativas de internacionalización, para formar técnicos funcionales para la gestión de nuevos proyectos innovadores. En la actualidad, DECYTI prepara la realización de una Reunión Internacional para dar un impulso a la Formación Técnica Superior del sector privado y público.

Gestión de recursos hídricos[21]. Es uno de los temas estratégicos para Chile, con claras evidencias científicas de un vínculo sostenido al cambio climático, como lo consigna el Capítulo 4 del *Sixth Assessment Report* del IPCC[22]. Hoy, suficientes datos y análisis prospectivos indican que la demanda mundial por agua se incrementará en un 35 a 50% al 2030. Se trata de un tema, crecientemente presente en la agenda nacional, siendo una de las megatendencias de mayor preocupación para la humanidad.

La geografía de Chile muestra que un volumen relevante de recursos hídricos continentales, tanto superficiales como subterráneos, provienen de cuencas hidrográficas compartidas. Ello exige una atención adicional para la política exterior, porque tiene una expresión vecinal de alcance político y técnico.

El estrés hídrico afecta a nuestro territorio y es determinante en las definiciones de desarrollo sostenible[23]. De acuerdo al *World Ressources Institute*, del Pacto Mundial de Naciones Unidas, Chile es considerado un país con alto estrés hídrico. De allí, el valor de la gestión eficiente de estos recursos.

En este sentido, a través de diálogos constantes entre las instituciones nacionales, que forman parte de la gobernanza hídrica[24], y a la innovación en CTCI aplicada a estos recursos, desde Cancillería se busca apoyar el intercambio de buenas prácticas para establecer alianzas estratégicas, con países, entidades subnacionales e instituciones referentes como Israel, Países Bajos, California y la Unión Europea.

Las dimensiones multisectoriales que plantea el riesgo hídrico lo constituyen en una variable central de nuestros intereses, donde la diplomacia puede abrir espacios para

[20] Academic Collaboration Chile Sweden – ACCESS. Disponible en: https://accesschilesweden.org/

[21] Gobierno de Chile (2022). Plan Estrategia Hídrica. Disponible en: https://www.gob.cl/plansequia/estrategia/

[22] IPCC, 2022: Chapter 4 "Water" In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. Disponible en: tinyurl.com/2p9h3y5e

[23] Transición hídrica: el futuro del agua en Chile. Portafolio de Medidas, Acciones y Soluciones. Disponible en: https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/portafolio.pdf

[24] Fundación Chile. Presentación PPT "Escenarios Hídricos 2030: Trabajando por el futuro del Agua en Chile". Disponible en: www.dirplan.cl/estudios/Documents/Tercera_Mision_BID/93-Escenarios_Hidricos_2030-Fund_Chile.pdf

optimizar el dialogo entre ciencia y definiciones políticas-estratégicas.

Minería verde[25]. Chile es un país minero con capacidad para producir minerales estratégicos para las tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial (Litio y Cobre). Dados los compromisos medioambientales que hemos asumido en la lucha contra el cambio climático, es de especial interés la consideración de la innovación y la sustentabilidad aplicada a sus procesos de extracción y refinamiento. En este escenario, el papel de la industria minera chilena puede ser determinante para enfrentar diversas megatendencias de futuro[26].

De acuerdo al especialista Jorge Cantallopts[27], "el Banco Mundial en la actualización de [...] su trabajo "Minerales para la acción climática [...]", realiza una estimación de la necesidad de minerales para las tecnologías de generación eléctrica que se requieren para mitigar el cambio climático". Enfatiza que, si bien el cobre y el litio están en el centro de esta visión, nuestro país tiene, igualmente, un potencial de extracción de minerales críticos para megatendencias.

En esta evolución, la Cancillería busca impulsar la generación de puentes y de trabajo colaborativo que permita dotar a la industria nacional de las características y competitividad necesarias para desarrollarse en una sociedad sustentable y responsable con el medio ambiente.

Tecnologías Digitales. La transición digital de Chile tiene una reconocida trayectoria pues registra, entre 2009 y 2019, el mayor crecimiento en conexiones de fibra óptica entre los países OCDE[28]. Actualmente, 92% de los habitantes del país es usuario de Internet, posicionándose como el segundo mejor preparado en la región, después de Brasil, para la adopción de las tecnologías avanzadas[29].

Actualmente, Chile se encuentra en un punto de inflexión: definir políticas específicas para avanzar hacia el cierre de la brecha digital, mediante mayores inversiones, nuevas normativas e introducción de nuevos estándares (5G, internet de las cosas, inteligencia artificial), sin perder el foco hacia una digitalización más inclusiva y basada en derechos.

Las decisiones sobre telecomunicaciones y tecnologías avanzadas trascienden el ámbito técnico. En las últimas dos décadas, un

[25] La Política Nacional Minera 2050 es la principal herramienta de política pública enfocada en avanzar en emisiones cero dentro de la industria, para lo cual contempla una serie de objetivos, entre los cuales está llegar al 96% de la matriz energética de Chile con fuentes de generación renovable. Documento disponible en el link: https://www.politicanacionalminera.cl/

[26] Revista Minería Chilena (Abril de 2022). "Minería verde: los pasos concretos hacia las cero emisiones". Disponible en: https://www.mch.cl/wp-content/uploads/2022/04/MCH-490.pdf

[27] Cantallopts, J. (2022). "Criterios y propuestas para la elaboración de una lista de minerales estratégicos para Chile". En "Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación: nuevos mapas para la diplomacia" (2022). Ac. Diplomática de Chile: Santiago. Disponible en: https://academiadiplomatica.cl/download/ciencia-conocimiento-tecnologia-e-innovacion-nuevos-mapas-para-la-diplomacia/

[28] De un 3% en 2009 a un 95% en 2019, OCDE (2020).

[29] Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (2021). "Technology and Innovation Report 2021. Catching technological waves. Innovation with equity". Disponible en: https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf

creciente número de países han alineado sus agendas digitales con sus estrategias políticas, pues representan un recurso estratégico para sus planes de desarrollo y tienen importantes implicancias políticas y geopolíticas por su impacto potencial para la autonomía, la dependencia, la economía, la seguridad nacional y los derechos de las personas. En tal sentido, las dimensiones políticas de las decisiones tecnológicas deben adoptarse dentro de un marco que resguarde el interés nacional y la soberanía digital.

Chile ha asumido esta nueva era de cambios tecnológicos exponenciales, recibiendo este flujo acelerado de conocimientos, normas y sistemas tecnológicos desde fuera. En este ámbito, la Cancillería, a través de DECYTI, ha trabajado en forma coordinada con los Ministerios y Servicios sectoriales para facilitar la conexión con países líderes en el sector tecnológico, la suscripción de acuerdos de cooperación para el intercambio de experiencias y buenas prácticas que permitan complementar las políticas nacionales de tecnología, apoyar las decisiones estratégicas y propiciar la participación activa de Chile en los foros y procesos multilaterales vinculados con las tecnologías.

En esta línea, en 2020, DECYTI acompañó la posición de neutralidad tecnológica adoptada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones para conducir el proceso de licitación del espectro radioeléctrico para el despliegue de redes móviles de quinta generación (5G)[30]. Esta posición es coherente con la larga tradición de la industria y la regulación nacional de telecomunicaciones de respeto hacia los principios de neutralidad y no discriminación de ninguna tecnología, de ningún proveedor ni de ningún equipo, independiente del país de origen. Esta postura, asimismo, fue consistente con la política de autonomía de Chile frente a situaciones complejas que involucran actores relevantes de los escenarios estratégicos globales del siglo XXI, entre ellos, la hegemonía tecnológica.

En el ámbito de la inteligencia artificial, DECYTI ha colaborado con el trabajo desarrollado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en el diseño de una Política Nacional de Inteligencia Artificial[31], proponiendo la incorporación de una visión internacional que permita posicionar al país en medio de las discusiones que están teniendo lugar a nivel global. En esta materia, el rol de Chile debe ajustarse a nuestro papel en el sistema internacional: un país pequeño que busca convertirse en una potencia media en el mediano plazo, de la mano de un modelo de desarrollo sostenible, que articule las necesidades de su región con el resto del mundo.

En el ámbito de la inteligencia artificial, DECYTI ha contribuido en los aspectos

[30] Diario Constitucional (23 de agosto de 2020). Se publica norma técnica por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que establece los fundamentos generales de la Ciberseguridad. Disponible en: https://www.diarioconstitucional.cl/2020/08/23/se-publica-norma-tecnica-por-el-ministerio-de-transportes-y-telecomunicaciones-que-establece-los-fundamentos-generales-de-la-ciberseguridad/

[31] Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación (2022). "Política Nacional de Inteligencia Artificial". Disponible en: https://minciencia.gob.cl/areas-de-trabajo/inteligencia-artificial/politica-nacional-de-inteligencia-artificial/

relacionados con la ética, que plantea este tema. Uno de los principales desafíos es su regulación, sobre todo en sistemas de toma de decisiones automatizadas. En este sentido, la Cancillería ha propiciado la vinculación de la Política Nacional de Inteligencia Artificial con la Recomendación sobre Ética de la Inteligencia Artificial, aprobada durante la 41° Conferencia General de UNESCO de 2021[32].

Asimismo, DECYTI ha favorecido la participación de Chile en distintos foros y procesos multilaterales, regionales y globales, sobre desarrollo digital. Se ha estimulado la presencia de Ministerios y Servicios sectoriales. Así, el país ha tenido un rol activo en el proceso de la Cumbre Mundial sobre Sociedad de la Información (CMSI) y su expresión regional en la Agenda Digital de América Latina y el Caribe (eLAC), de la que integra su Comité Directivo.

Asimismo, en 2018, Chile fue parte de un movimiento diplomático para impulsar un análisis conjunto en las Naciones Unidas, entre países desarrollados y en vías de desarrollo, en orden a establecer las mejores prácticas para aprovechar las tecnologías exponenciales para el desarrollo sostenible y evitar sus consecuencias negativas imprevistas. Esta iniciativa se materializó en la resolución sobre el rápido cambio tecnológico en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible[33] y en la instauración de una diplomacia científica y de innovación.

Más recientemente, nuestro país contribuyó al seguimiento de las recomendaciones del Panel de Alto Nivel para la Cooperación Digital[34] y la Hoja de Ruta para la Cooperación Digital, del Secretario General de Naciones Unidas. Nuestra diplomacia está atenta a la definición de principios que establecerá el Pacto Digital Global[35], propuesto por el informe Nuestra Agenda Común[36], el cual se acordará en la Cumbre del Futuro de 2023 en la Asamblea General de Naciones Unidas.

La participación en estos mecanismos multilaterales es clave para difundir la posición emblemática que Chile ha liderado en materia de derechos digitales, neutralidad de la red y tecnológica, como también la defensa de un Internet global, libre, descentralizado y seguro, frente a las amenazas del *splinternet* (fragmentación de la red).

En el ámbito regional, los temas digitales han servido para trabajar una agenda de acercamiento positiva con países vecinos. Mediante el intercambio de conocimientos técnicos, experiencias y buenas prácticas en

[32] UNESCO (25 de Noviembre de 2021). "Los Estados Miembros de la UNESCO adoptan el primer acuerdo mundial sobre la ética de la inteligencia artificial". Disponible en: https://es.unesco.org/news/estados-miembros-unesco-adoptan-primer-acuerdo-mundial-etica-inteligencia-artificial

[33] Ver AGNU, "Impacto del cambio tecnológico rápido en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible", A/RES/72/242, 18 de enero de 2018; ECOSOC, "Aprovechamiento de las nuevas tecnologías para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Informe del Secretario General", E/2018/66, 21 de mayo de 2018; AGNU, "Impacto del cambio tecnológico exponencial en el desarrollo sostenible y la paz", A/72/234, 17 de octubre de 2017.

[34] Naciones Unidas. Panel de Alto Nivel del secretario General sobre Cooperación Digital. Disponible en: https://www.un.org/es/sg-digital-cooperation-panel

[35] Naciones Unidas. Oficina del Enviado del Secretario General para la Tecnología. "Pacto Digital Mundial". Disponible en: https://www.un.org/techenvoy/es/global-digital-compact

[36] Naciones Unidas. Informe del Secretario General: "Nuestra Agenda Común". Disponible en: https://www.un.org/es/un75/common-agenda

materias como gobierno digital, conectividad y tecnologías avanzadas como 5G, se han llevado a cabo una serie de acciones con Argentina y Bolivia que han aportado a la agenda bilateral.

Reflexiones y comentarios finales.

Como puede advertirse, la acción de la Política Exterior en el ámbito de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación implica un conjunto de definiciones vinculadas a la ciencia y al conocimiento, generando una transversalización de estos temas en las instituciones públicas y privadas, donde pueden darse diversas formas de asociatividades y una orientación estratégica de la CTCI desde el Estado.

Este nuevo ciclo exige especial atención al principio de soberanía científica y asumir las preocupaciones de la humanidad con responsabilidad, especialmente en temas vinculados a los bienes globales comunes y públicos, y a las mega tendencias.

En este contexto, la División de Ciencias, Energía, Educación, Innovación y Astronomía está focalizando su labor en las áreas expuestas, considerando algunos referentes y desafíos[37].

- Contribuir a la construcción de una nueva relación entre CTCI y sociedad.
- Acciones para democratizar el acceso y la apropiación de conocimientos y tecnologías.
- Robustecer la actual formación de profesionales de la CTCI para avanzar hacia una efectiva inserción en el mundo académico, de investigación e innovación.
- Fomentar en distintos espacios, la integración e inclusión de una transversalización de género en el desarrollo de ecosistemas de innovación y de emprendimiento de las mujeres y las jóvenes. Es imperativo reflejar estas dimensiones en la política exterior feminista.
- Facilitar la innovación y el emprendimiento con impacto local y territorial, contribuyendo a materializar el relacionamiento internacional de los territorios.
- Apoyar la realización de encuentros en destacados *hubs* donde se proyecte la ciencia y el conocimiento realizado por entidades y especialistas chilenos: un "*Chile Science Day*".
- Explorar pisos de convergencia para que la CTCI se constituya en un agente de integración regional y de relacionamiento extrarregional.

Chile está en condiciones de generar espacios para una acción concertada regional y transregional, incorporando países afines en una agenda que debe ser parte de una matriz de política exterior, donde la ciencia y la diplomacia se refuerzan mutuamente comprendiendo las realidades del Norte y del Sur global.

Utilizar nuestras ventajas comparativas, además de construirlas en áreas donde debamos reforzar capacidades, exigirá una cooperación técnico-política que podemos

[37] Boric, G. (2021) Programa de Gobierno. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/cdn.boricpresidente.cl/web/programa/Plan+de+gobierno+AD+2022-2026+(2).pdf

gestionar con eficacia, avanzando en la articulación de centros / hubs / polos de desarrollo de la ciencia, el conocimiento, las artes, las humanidades y las ciencias sociales (Conocimientos 2030).

La Política Exterior es actora del proceso que permita materializar las transformaciones necesarias para un nuevo modelo de desarrollo sostenible, basado en el conocimiento científico y en la innovación tecnológica, promoviendo la democratización del conocimiento, la equidad de género, la transdisciplina, la inclusión, la cooperación público-privada, la descentralización territorial, el cuidado del medio ambiente y de las comunidades.

Nuevos desarrollos globales demandan una diplomacia atenta y con capacidad para anticiparse a las nuevas tendencias en materia de colaboración científica.

La División de Ciencias, Energía, Educación, Innovación y Astronomía aprecia que la Academia Diplomática haya incorporado los temas de ciencia, conocimiento, tecnología e innovación (CTCI) en los programas de formación, entrenamiento y vinculación con el medio. Estas materias son parte de un posicionamiento de Chile con identidad: la diplomacia puede contribuir a implementarlos, en el contexto de un nuevo ciclo de política exterior.

SEPARATA IV.

PARTICIPACIÓN Y LIDERAZGO DE LA MUJER Y DE LAS NIÑAS EN CIENCIA, TECNOLOGIA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN.

Ciencia, conocimiento, tecnología e innovación: desafíos para la implementación de una Política Exterior Feminista.

Una mirada desde la Academia Diplomática de Chile.

Emb. María del Carmen Domínguez[1].

La Academia Diplomática de Chile (ACADE) ha asumido, en sus actividades de formación, entrenamiento y extensión, la Política Exterior Feminista (PEF). Esta constituye una de las prioridades del Gobierno del Presidente Gabriel Boric y es un testimonio de un compromiso con una sociedad en cambio.

El objetivo de esta separata es analizar cómo la ciencia y el conocimiento integran la PEF, una conceptualización innovadora de nuestra diplomacia, que responde a una visión de sociedad. Esto es, una comunidad que avanza, con acciones concretas, hacia la igualdad de género como un derecho humano fundamental y concede alta atención a las definiciones orientadas a superar la subrepresentación de las mujeres y de las niñas, en diversos espacios institucionales, sociales y políticos.

La idea es contribuir a la construcción de sociedades y culturas, basadas en la igualdad y la inclusión efectiva. Esas son condiciones esenciales para el ejercicio de los derechos humanos indivisibles e interdependientes y la realización de los valores democráticos. Ello plantea la profundización de la perspectiva de género y la adopción de medidas para enfrentar barreras, sesgos, diversas formas de violencia de género y de discriminación activa, pasiva o silenciosa, que también se manifiesta hacia las comunidades LGTBIQA+.

La Política Exterior está en el centro de esta mirada de los asuntos públicos, que busca transversalizar el enfoque de género y de la diversidad, tanto en su dimensión organizacional, al interior de una Cancillería más inclusiva, como también en el desafío de expandir estos procesos, en el posicionamiento internacional de Chile. Esto implica la responsabilidad de promover e implementar acuerdos internacionales a favor de la igualdad de género y de la diversidad sexual, que tengan impacto al interior de nuestras sociedades.

Ello lleva a diversos emprendimientos normativos, teniendo claro que tenemos un cuerpo jurídico de instrumentos, los cuales deben ser puestos en práctica, y estimular un desarrollo progresivo.

De igual manera, es relevante instalar esta noción de PEF como un activo social y

[1] Diplomática de carrera. Directora de la Academia Diplomática de Chile

político, donde el enfoque de género y de las oportunidades equitativas para hombres y mujeres signifique una prioridad real, integrando la agenda de políticas públicas, con las especificidades del sur global.

Por cierto, profundizar la participación de las mujeres y de las niñas en las disciplinas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, sigla en inglés) conlleva importantes beneficios para la productividad cientifica y el bienestar de la sociedad.

La Academia Diplomática de Chile (ACADE) tiene el compromiso de contribuir a materializar los retos que plantea la inclusión de la perspectiva de género en el conocimiento y la evidencia cientifica. Estos conceptos, por esencia transformadores, dinamizan la evolución de la PEF.

De allí que esta separata aborde temas vinculados al desarrollo y a las acciones de la comunidad internacional para superar las múltiples manifestaciones de las brechas de género, en el marco de las diversas disciplinas STEM. Estas deben también ser parte de los contenidos sustantivos de la Politica Exterior Feminista: estamos ante opciones reales para estimular el nuevo ciclo de política exterior, donde la acción en el ámbito multilateral, regional y bilateral representan un desafío para nuestra diplomacia.

La inclusión de la perspectiva de género en las áreas STEM tiene una relación directa con la matriz de desarrollo-país. Puede facilitar la necesaria erradicación de diversos estereotipos de género, que afectan a las mujeres, las niñas, las disidencias y diversidades sexuales en las comunidades académica y cientifica, contribuyendo a superar las brechas.

Confiamos en que esta separata sea un aporte a la reflexión sobre estas realidades que es imperativo abordar como sociedad para avanzar hacia la progresiva instalación de una Politica Exterior Feminista: ello debe expresarse en medidas tangibles, operativas y sostenibles, que integren una Hoja de Ruta para la PEF.

Estamos frente a una oportunidad para la implementación de un emprendimiento normativo, institucional y estratégico, que incorpore y desarrolle diagnósticos y soluciones globales, incluyendo nuestras diversidades y tradiciones, en un proceso de profundo cambio cultural. Allí, la ciencia y el conocimiento deben proyectar un poder de convocatoria, donde la educación es una condición necesaria para superar las brechas y avanzar hacia la igualdad.

La ACADE tiene la convicción que, desde la formación y entrenamiento de las futuras generaciones, estamos facilitando la comprensión y el alcance de nuevas formas de hacer diplomacia. Creemos que ello acerca la acción diplomática a la ciudadanía, promoviendo el dialogo entre ciencia y sociedad.

Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación: desafíos para la implementación de una Politica Exterior Feminista.

Una mirada institucional desde Cancillería.

Camila Ortiz Miranda[2].

El Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile, a través de la Canciller Antonia Urrejola, anunció recientemente su intención de desarrollar una Política Exterior Feminista (PEF), siendo el noveno país en el mundo en hacerlo.

Se trata de incorporar, en todo ámbito de nuestra acción en el exterior y del quehacer de la Cancillería, la perspectiva de género y la importancia de la representación, participación y reconocimiento de los derechos de las mujeres, de las niñas, de las disidencias y diversidades sexuales y de género, como foco prioritario.

Pero no es algo nuevo ni exclusivo de la Política Exterior. La justa representación y participación de las mujeres es una demanda que se repite en todos los ámbitos de la sociedad, pero con especial énfasis en campos tradicionalmente masculinizados, tales como las relaciones internacionales, la minería, los negocios, la política y, también, la academia y la investigación científica.

Brechas hay muchas: desde el ingreso a estas áreas al entenderse, tradicionalmente, como "de hombres", a la indebida conciliación de la vida familiar (donde las mujeres nos ocupamos de forma desproporcionada de los cuidados, en la práctica subvencionando la participación masculina en el mercado laboral) y la exposición a violencias y maltrato basado en género.

Por lo mismo, es importante que cualquier acción con enfoque feminista reconozca las diversas expresiones de la inequidad de género. El objetivo es proveer respuestas conjuntas y comprehensivas para cerrar las brechas y permitir el goce efectivo de derechos de todas las personas.

La Política Exterior no ha sido ajena a la incorporación de la perspectiva de género en distintas instancias relacionadas con la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación (CTCI). La idea es comprometerse para que todos los espacios, físicos y digitales, locales e internacionales, sean accesibles por las personas, de manera igualitaria y segura.

Concretamente, Chile ha liderado, a través del Foro Generación Igualdad, la Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe, que busca

[2] Diplomática de carrera. Asesora Ministerial de Género del Ministerio de Relaciones Exteriores.

promover acciones para cerrar las brechas de género en el acceso, desarrollo de habilidades y uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs) por parte de las mujeres e impulsar su plena participación en la economía digital.

En la medida en que la pandemia del COVID-19 ha acelerado la relevancia de los espacios digitales para nuestro desempeño laboral, económico y social, se hace necesario también asegurar una inserción equitativa y libre de violencia a los mismos. Ello es urgente en un mundo de fronteras y normativas difusas como es el digitalizado del ciberespacio.

Asimismo, en el marco de la reciente Cumbre de las Américas, Chile se unió a la Alianza Global para la acción contra el acoso y el abuso a través de Internet por motivos de género.

En diferentes ámbitos contemporáneos de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) se plantea el desafío de incorporar la paridad y la perspectiva de género. Esto exige definiciones políticas en torno a los avances del conocimiento científico y de la innovación tecnológica como la inteligencia artificial, las nanociencias y la bioética, temas con potencial para conducir a transformaciones a escala global en todas las áreas de la vida.

Esa revolución tecnológica no es género-neutral. De allí que la intervención a través de emprendimiento normativos, acciones afirmativas u otros mecanismos sean necesarios para generar cambios culturales inevitables. La PEF debe ser parte de esos procesos, abriendo caminos para la participación de la mujer en ciencia y el posicionamiento de Chile en las redes globales del conocimiento.

Apreciamos que la Academia Diplomática asuma la Politica Exterior Feminista (PEF) en su programa de formación y en las actividades de extensión. En particular, las reflexiones sobre la proyección multidimensional de esta noción. La CTCI es un área donde las brechas son una realidad.

Esta separata advierte el impacto de la incorporación de las mujeres en las diversas disciplinas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, sigla en inglés). Es claro que ello ayuda a reafirmar el alcance tanto de derechos humanos fundamentales como de la equidad de género, mejora la seguridad económica de las mujeres, garantiza una fuerza de trabajo diversa y talentosa, evitando, igualmente, la reproducción de sesgos que impiden que la CTCI pueda efectuar aportes reales al bienestar de la humanidad.

Nota Introductoria

Emb. Pedro Oyarce[3].

La pandemia del COVID-19 ha acelerado el desarrollo del conocimiento científico y una innovación tecnológica que está marcando la convivencia de la humanidad. Estos fenómenos generan un alto impacto global con oportunidades y brechas, que refuerzan las señales de un mundo en cambio.

Las habilidades de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Diseño (STEMD, sigla en inglés) son reconocidas como dimensiones necesarias para transitar a un desarrollo sostenible que estimule la innovación, el bienestar y el crecimiento inclusivo.

Diversos análisis y una sostenida preocupación política plantean la necesidad de abordar la baja participación de las mujeres en estas áreas: las investigadoras alcanzan solo el 30% (ONU Mujeres, 2022). Las brechas son una realidad que exige una intervención temprana. Es imperativo evitar que estas se incrementen en el contexto de una cuarta revolución industrial en constante evolución, con efectos económicos y socioculturales crecientes.

Este es un tema que debe vincularse a la gobernanza global y al género, como un proceso político y cultural vigente. El desafío central es incorporar un enfoque de género con perspectiva de derechos humanos interseccional, integral y transversal, que sustente la promoción de la igualdad, la dignidad, los derechos y la inclusión. Ello puede generar condiciones para validar la producción de conocimiento, con una necesaria mirada desde el sur global.

La Politica Exterior Feminista (PEF) debe asumir estas realidades en sus contenidos e implementación y, consecuente con ello, los artículos de esta separata analizan dimensiones que inciden en los resultados desiguales para hombres y mujeres en STEMD.

Desde ONU Mujeres, tanto la Directora para la región de América y del Caribe, María Noel Vaeza, como también su Coordinadora en Chile, María Inés Salamanca, recuerdan que ya hace tres décadas los estudios sobre las mujeres en la ciencia advertían de las consecuencias de su exclusión. Una de las áreas de alto impacto ha sido aquella de las tecnologías y de las comunicaciones (TIC-STEMD), lo que ha introducido una demanda por habilidades en oficios y profesiones digitalizadas.

Desde una perspectiva de la igualdad de género, es imperativo incorporar las transformaciones de los roles de género y un empoderamiento efectivo para alcanzar niveles de autonomía económica de las mujeres, que permitan un ingreso a la economía digital.

[3] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

El Departamento de Relaciones Internacionales del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género analiza los efectos diferenciados en las disciplinas científicas, en base al género. Concretamente, se plantea que la brecha digital, en el acceso al uso de los medios tecnológicos no solo tiene una variante socioeconómica sino también un claro factor de género. Ello frecuentemente es más complejo cuando la mujer está en condiciones de vulnerabilidad. Allí se hace referencia a la intersección entre pobreza, brecha digital y desigualdad de género.

En esta sección, se aborda también cómo una Política Exterior Feminista puede contribuir a superar las barreras estructurales que permitan una mayor participación de la mujer en las áreas STEMD. En el plano multilateral, estas realidades están presentes: la propia Convención para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW, sigla en inglés), ha reconocido el tema de la participación de la mujer en la fuerza transformadora de la ciencia y la tecnología. Esto marca una tendencia y se ha reflejado en distintas formas y emprendimientos normativos.

Es interesante, en concreto, como se menciona en estos artículos, valorar el trabajo global y multidisciplinario realizado en el Foro Generación Igualdad: espacio de cooperación internacional, orientado a la implementación de un plan de aceleración global para la igualdad de género, a través de Coaliciones.

Iniciativas como estas responden a los compromisos políticos orientados a la acción, tomados en la Conferencia de Beijing. De esta forma, se han abierto instancias que convocan a gobiernos, lideresas feministas, jóvenes activistas, el sector privado y la sociedad civil, a fin de concretar inversiones, programas y políticas que promuevan la igualdad, el liderazgo y las oportunidades para mujeres y niñas en todo el mundo.

Ello representa una nueva mirada de la acción multilateral como un activo para los procesos transformadores culturales, en un área esencial para avanzar hacia una igualdad de género efectiva. En este contexto, se destacan las condiciones paritarias de influencia como un elemento central.

Los temas de STEMD no son género-neutrales y deben atender realidades que se expresan de manera diferenciada en el norte y en el sur global. Una Política Exterior Feminista efectiva exige medidas concretas y el acceso universal de las mujeres y las niñas a la educación, la capacitación, la investigación y el entrenamiento en STEMD como una condición esencial para su realización.

Las expertas de CEPAL, Diana Rodríguez y Carolina Muñoz, efectúan una interesante reflexión de cómo la igualdad de género se ha posicionado, de manera progresiva, en la agenda de desarrollo. En ese contexto, se refieren a la vinculación con las materias propias de la STEMD. Sostienen que analizar la participación de la mujer en la ciencia, no solo implica cuantificar la presencia de ellas sino también abordar los sesgos de género

en los mecanismos de acceso, selección y promoción, en diversos momentos educativos y profesionales, principalmente. Ello, pese a los ideales científicos de objetividad y de neutralidad.

También se advierte cómo se integra la dimensión de género, en los propios contenidos científicos y tecnológicos. La mirada de ambas especialistas de CEPAL, sitúan estos temas desde la perspectiva de una agenda de género, con alcance regional y global. Ellas identifican sinergias con el desarrollo sostenible (ODS 5) a partir de un cuerpo de instrumentos y de compromisos políticos.

En definitiva, este artículo refleja cómo el STEMD es un ámbito clave para enfrentar los procesos transformadores que presenciamos y deben asumirse como sociedad. Estos requieren ser abordados con una perspectiva de género, que permita cambiar patrones de desigualdad estructurales. Ello exige respuestas educacionales y políticas públicas que conduzcan hacia una autonomía efectiva. Estas dimensiones deben ser parte integral de una Política Exterior Feminista para contribuir a visibilizar el cambio.

Un análisis de mujer, género y ciencia demanda también una mirada en torno al emprendimiento de base científico-tecnológico (EBCT). El artículo de Pamela Chávez muestra la experiencia de una científica y profesora antofagastina para quién el EBCT representó una oportunidad de conducir investigación de alto impacto, con una proyección en la industria y en la comunidad. Como emprendedora biotecnológica, Pamela se ha especializado en soluciones para la gran minería: una industria estratégica para Chile.

Más allá de los diversos obstáculos que ella debió superar, su relato revela resiliencia y tenacidad, lo cual es clave para desarrollar iniciativas y proyectos exitosos en el ámbito de las disciplinas STEMD. Esta experiencia refleja cómo las EBCT contribuyen a la proyección de una imagen-país y ello, ciertamente, debe entenderse como nuevas formas de diplomacia, que una visión integral de Política Exterior Feminista debe incentivar. Este es un camino objetivo para superar brechas de género y desigualdades.

La vinculación entre ciencia y sociedad es una preocupación central en los modelos sociales del futuro, necesarios de abordar al analizar la proyección de los esquemas de CTCI. Ello plantea la promoción de la ciencia en los sistemas de educación y en los procesos culturales. La transformación que conlleva lo científico debe entenderse con criterios de paridad de género y acciones afirmativas.

En su artículo, Julieta Martínez relata la experiencia de la Fundación Tremendas: plataforma de acción social y emprendimiento para niñas y jóvenes que ejecutan proyectos de impacto social, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se constituye desde la convicción de encontrar mayores espacios para expresar sus talentos y de acciones inclusivas, para el ejercicio de sus derechos civiles y políticos y, por cierto, económicos, sociales y

culturales (DESC). El objetivo principal es avanzar hacia una comunidad más inclusiva, donde las mujeres sean protagonistas en áreas determinantes para el desarrollo de las comunidades.

La plataforma enmarca sus proyectos en siete pilares de trabajo, entre los cuales se encuentra el STEMD. Apoyar el potencial de las jóvenes es un aporte efectivo a la productividad y al bienestar de las sociedades. Tempranamente, es imperativo superar la brecha de género en el ámbito de las disciplinas STEM, abriendo nuevos espacios para la formación de las jóvenes en ciencia, como un objetivo cultural predominante de la política científica a la cual la diplomacia puede contribuir.

En esta separata, ha quedado claro que los temas asociados a las disciplinas STEMD son fundamentales para enfrentar una revolución digital y un activo cambio tecnológico que transita hacia sociedades crecientemente virtuales, alojadas en entornos como el metaverso. La perspectiva de género está en el centro de estos procesos transformadores que deben cambiar patrones de desigualdad históricos, para fortalecer capacidades y capital humano avanzado, estructuras institucionales y culturales.

La Política Exterior debe ser actora de este proceso, posicionando a las chilenas que son referentes, en las más diversas disciplinas STEMD, en las redes globales de la ciencia y del conocimiento. Esto implica imaginar e implementar diversas formas de asociatividad, recursos y definiciones en el modelo de desarrollo.

Es imperativo mirar estas realidades en el contexto del proceso político que iniciamos, donde el conocimiento y la ciencia son parte de una fuerza transformadora hacia profundos cambios culturales.

La Academia Diplomática de Chile ha asumido estos desafíos en la formación de las generaciones futuras. De esta manera, se contribuye también al dialogo entre ciencia y sociedad, donde el aporte de las mujeres, que se han involucrado, con convicción y compromiso, en los más diversos ámbitos de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) deben ser parte de la realidad.

Política Exterior Feminista: STEM con enfoque de género

María Noel Vaeza[4], María Inés Salamanca[5] y equipo de ONU Mujeres.

Mensaje de María Noel Vaeza
Directora ONU Mujeres para la región de América y El Caribe

La ciencia y la tecnología, sectores en rápido crecimiento, son vitales para las economías nacionales. En consecuencia, las habilidades propias de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, sigla en inglés) han sido identificadas como necesarias para que un país siga siendo económicamente competitivo. A pesar de su relevancia, las mujeres han estado persistentemente subrepresentadas en varios campos STEM.

En los últimos años, esta problemática se ha incluido en la agenda internacional de género y ha ocupado espacios preponderantes en las instancias de diálogo y establecimiento de alianzas multilaterales. Al respecto, en 2020, el Foro Generación Igualdad[6] reunió a gobiernos, corporaciones y agentes de cambio de todo el mundo para definir y anunciar tanto inversiones como políticas ambiciosas, a través de la creación de seis Coaliciones para la Acción. Una de ellas es la de tecnología e innovación para la igualdad de género, liderada por el Gobierno de Chile.

Así nace la iniciativa "*Todas Conectadas*" que busca entregar oportunidades gratuitas de formación a mujeres de América Latina y del Caribe, interesadas en potenciar sus habilidades digitales, acceder a nuevas oportunidades en la economía digital y potenciar sus negocios y emprendimientos.

La búsqueda de soluciones globales y de alianzas de este tipo generan resultados concretos para colaborar conjuntamente en la eliminación de las brechas de género. En ese sentido, ONU Mujeres seguirá trabajando para avanzar en la construcción de sociedades conectadas más justas, prosperas e inclusivas en cumplimiento con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Introducción

Las carreras profesionales en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM, por sus siglas en inglés) son reconocidas hoy, como los empleos del futuro para fomentar el desarrollo sostenible, impulsar la innovación, el bienestar social y el crecimiento inclusivo. Se anticipa que hasta el 75% de los empleos estarán relacionados con el campo de las STEM (UNESCO, 2018). Sin embargo, a nivel mundial, existe una baja participación de mujeres en estas áreas, pues representan un 35% del total de estudiantes

[4] Directora ONU Mujeres para la región de América y El Caribe
[5] Coordinadora ONU Mujeres en Chile
[6] Reunión mundial, convocada por ONU Mujeres y copatrocinada por los gobiernos de México y Francia.

de estas carreras, mientras que las investigadoras científicas, alcanzan menos de un 30%.

Esta brecha de género es dañina y problemática tanto para las mujeres como para el mundo en general: que hay menos probabilidades de innovación y de descubrir nuevas perspectivas para afrontar los diversos problemas (ONU Mujeres, 2022). Al no existir soluciones en un corto plazo, es esperable que esta brecha siga aumentando, sobre todo durante la Cuarta Revolución Industrial, con efectos negativos para la humanidad.

Se afirma que "los factores que conducen a resultados desiguales para hombres y mujeres en STEM son complejos y variados y, por consiguiente, no son fáciles de abordar, y algunos pueden ser más influyentes en una etapa de la vida que otros" (ONU Mujeres, 2022). Estos pueden ser económicos, culturales, sociales, religiosos, entre otros, que perpetúan diferencias económicas, sociales y de género. Se marcan desde una temprana edad, viéndose reflejados durante la vida, repercutiendo directamente en importantes decisiones, tales como la elección de una carrera, y, posteriormente, de un empleo.

Si bien desde hace cerca de tres décadas los estudios sobre las mujeres en la ciencia advierten sobre las consecuencias de su exclusión, durante los últimos años los países han comenzado a implementar acciones para reducir esta brecha de género. Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales han realizado importantes esfuerzos, a nivel global y regional, para superarla y fomentar de la igualdad de género en esta área.

Además, la rápida expansión de la economía digital está teniendo un efecto masivo en el mercado laboral y en el tipo de habilidades necesarias para participar en las actividades económicas y sociales. Así como se requiere profesionales de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y STEM, también se precisa de nuevas habilidades en profesiones y oficios en todas las áreas que están siendo digitalizadas. Ello abre para las mujeres, en principio, nuevas posibilidades de empleos que requieren mayores calificaciones e implican tareas menos rutinarias. Sin embargo, desde el punto de vista de la igualdad de género es imprescindible lograr que las nuevas posibilidades de la economía digital vayan acompañadas de la transformación de los roles de género y del fortalecimiento de los mecanismos de empoderamiento para la efectiva autonomía económica de las mujeres y su real ingreso a la economía digital.

Frente a esta situación, la Política Exterior Feminista (PEF) juega un rol fundamental, pues tiene la capacidad de promover el multilateralismo con el fin de abordar coordinadamente las principales barreras estructurales que son la base de la desigualdad de género y, por lo tanto, es clave para fomentar la participación de mujeres en áreas STEM y su acceso y uso a herramientas digitales.

En 2017, la 61ª Comisión de la Condición Jurídica y Social de la Mujer (CSW, por sus siglas en inglés) reconoció la importancia de

la tecnología y la innovación como fuerzas transformadoras del mundo del trabajo y la participación de las mujeres en la nueva fuerza de trabajo, conectada de manera digital (ONU Mujeres, 2017). Por lo mismo, la igualdad de género en STEM es esencial para lograr los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. Asimismo, en 2021, en el marco de la 60° Mesa Directiva de la Conferencia Regional de la Mujer, fue creada la "Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe". Esta iniciativa tiene como objetivo reducir las brechas de género en las tecnologías de la información y las comunicaciones en términos de acceso, desarrollo de competencias y uso por parte de las mujeres y las niñas en la región, además de promover la plena participación de las mujeres en la economía digital.

También el Foro Generación Igualdad, iniciativa liderada por ONU Mujeres, ha puesto el tema de la inclusión de las mujeres en el ámbito STEM en su agenda central. La Coalición de Tecnología e Innovación para la Igualdad de Género de este Foro representa un esfuerzo multisectorial para impulsar acciones concretas y transformadoras para acelerar la igualdad de género en materia de Tecnología e Innovación (T&I).

Política Exterior Feminista (PEF)

La política exterior, como la mayoría de los asuntos públicos, es un sector históricamente masculinizado y, por lo tanto, ha sido definida según experiencias, intereses y prioridades masculinas. Hasta el año 2021, solo 22 países tenían a una mujer como Jefa de Estado o de Gobierno, 36 tenían una Ministra de Asuntos Exteriores, y 20 a una Ministra de Defensa (*Council on Foreign Relations*, 2021). En cuanto a las embajadoras, las mujeres representan un 20,7% del cuerpo diplomático global (*Anwar Gargash Diplomatic Academy*, 2021).

La Política Exterior Feminista, se entiende como un marco político centrado en el bienestar de las personas marginadas y que invoca procesos de autorreflexión sobre los sistemas globales jerárquicos de la política exterior. La PEF da un paso fuera del enfoque de pensamiento tradicional de política exterior centrado en la fuerza militar, la violencia y la dominación, ofreciendo un replanteamiento alternativo e interseccional de la seguridad desde el punto de vista de los más vulnerables (*The Centre for Feminist Foreign Policy*, 2021).

Si bien, las cifras de representación de mujeres en puestos que son parte de la política exterior son bajas, existen países que se han comprometido con una PEF, tales como Suecia, Canadá, Luxemburgo, Francia, México, España y, recientemente, Chile. Actualmente, existe una pluralidad de interpretaciones, ambiciones y prioridades de PEF. No obstante, todas ellas comparten ciertos principios de acción: primero, la inclusión de la transversalidad de género (*gender mainstreaming*) en las diferentes áreas de la política exterior, de forma más o menos comprensiva; segundo, la participación de las mujeres en la política exterior, tanto en los propios ministerios como en las relaciones bilaterales y multilaterales de los estados; tercero, el empoderamiento económico de las mujeres; y, por último, la promoción de los derechos de las mujeres y la lucha contra su

discriminación y la violencia de género, especialmente en la agenda multilateral.

De acuerdo a la ex Secretaria Ejecutiva de CEPAL, Alicia Bárcena, implementar una política exterior feminista en la región (en referencia al caso de México) va más allá de que los Estados garanticen los derechos de las mujeres dentro y fuera de las fronteras de su territorio. También implica la promoción del multilateralismo con el fin de abordar de forma coordinada los nudos estructurales de la desigualdad de género, aspecto clave para lograr una recuperación transformadora con igualdad en la región.

Las desigualdades -y la desigualdad de género en particular- son rasgos estructurales de América Latina y el Caribe, por lo que, para erradicarlas, se requiere cambiar el paradigma de desarrollo dominante, la cultura del privilegio y el patriarcado. Producto de la crisis por el COVID-19, se han evidenciado impactos negativos para las mujeres, haciendo patente al mismo tiempo, la fragilidad de sus situaciones, como son la caída en la participación laboral femenina, la sobrecarga de trabajo de cuidados no remunerados y la vulneración de derechos de las mujeres migrantes, son aspectos que requieren acuerdos de cooperación entre los países. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021).

Contexto de las Mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), en las Américas y el Caribe

1. Importancia de la incorporación de mujeres en las STEM

Se sostiene que de las niñas y niños que ingresan a la escuela primaria, el 60% ocupará un empleo que actualmente no existe (ONU Mujeres, 2020b). Es por ello, que la igualdad de género en las STEM es esencial para lograr los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, donde las niñas y las mujeres son consideradas como factores e impulsoras del cambio y no meras beneficiarias. Dar a las mujeres igualdad de oportunidades para desarrollar y prosperar en carreras STEM ayuda a reducir la brecha salarial de género, mejora la seguridad económica de las mujeres, garantiza una fuerza de trabajo diversa y talentosa, y evita los sesgos en estos campos y en los productos y servicios elaborados (ONU Mujeres, 2022).

La inclusión de perspectiva de género en las áreas de STEM, tiene un vínculo directo con el desarrollo, pues genera beneficios económicos e impacta positivamente en la productividad de los países. Un estudio realizado por el Instituto Europeo de la Igualdad de Género (EIGE, 2017) proyecta que la incorporación de mujeres en las STEM lograría un aumento del PIB per cápita de entre el 2,2 y el 3% en la región de Europa al año 2050. Mientras que estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017), proyectan un aumento de entre el 17% y el 20% de la productividad científica en México. Por lo anterior, es fundamental reconocer el impacto de la incorporación de mujeres en las STEM, puesto que enriquece y mejora la ciencia, la tecnología y la innovación, y con ello el aporte en términos de avances científicos que benefician al mundo.

Además, se estima que para el 2050 más de la mitad de los puestos actualmente existentes habrán desaparecido (UIT, 2017). Las tecnologías digitales se han transformado en un elemento esencial para el funcionamiento de la economía y la sociedad. Las redes y la infraestructura de comunicaciones se utilizan de manera cada vez más intensiva para actividades educativas, productivas, para el acceso a la salud y a trámites administrativos y financieros, la adquisición de bienes y servicios y para el relacionamiento y entretenimiento, entre otros. La pandemia del COVID-19 aceleró este proceso, haciendo que avances que se preveía que demorarían años en concretarse, se produjeran en poco tiempo.

Las tecnologías digitales no pueden entenderse como herramientas autónomas y neutrales en cuanto al género. Son parte de un contexto económico, social y político más amplio que determina su diseño, propósito, acceso y uso pudiendo perpetuar sesgos discriminadores históricos en su configuración y soluciones.

Si bien existe un importante número de iniciativas en el mundo y en América Latina para dar un acceso y un uso equitativo a la economía digital todavía persiste una considerable brecha digital de género que limita el logro igualitario de los beneficios de la transformación digital, sobre todo ante los inminentes cambios que los trabajos del futuro traerán con su digitalización.

El costo del servicio de banda ancha móvil y fija para la población del quintil más desfavorecido de ingresos llega en promedio al 14% y 12% de su ingreso respectivamente. En el mismo quintil, el acceso a internet es de 38%. Un 39,1% de las mujeres en los hogares del quintil más desfavorecido no poseen ingresos propios. Las mujeres de menores ingresos enfrentan un doble obstáculo: la falta de autonomía económica y la brecha de acceso a Internet para el teletrabajo.

Con respecto al comercio en línea existen enormes oportunidades de llegar a los consumidores mediante la comercialización a través de Internet, dado el significativo aumento de la cantidad de sitios web empresariales en toda la región, particularmente en países como Brasil, Chile, Colombia o México. Sin embargo, según encuesta de OIT los trabajadores de plataformas digitales y comercio en línea tienden a ser menores de 35 años, de sexo masculino y viven en áreas urbanas o suburbanas. Adicionalmente, más de 60% de los encuestados que trabajan en las plataformas digitales tienen un nivel educativo elevado. Tenemos entonces, un gran desafío también respecto de la incorporación de las mujeres a esta realidad.

2. Radiografía en América Latina y el Caribe

Durante la última década, se han implementado distintas políticas y programas con el objetivo de promover la participación de mujeres en STEM en la región de América Latina y el Caribe. De acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano de 2017 (IDH), solo 5 de los 33 países de América Latina y el Caribe incluidos en las mediciones pueden categorizarse como países con desarrollo humano muy alto. En este contexto, destaca la brecha y

subrepresentación de mujeres en las carreras universitarias vinculadas al campo de la ingeniería, la industria y la construcción, y en las tecnologías de información y comunicación. En el Gráfico 1, se muestra la distribución de mujeres graduadas según carreras STEM, en países de Latinoamérica.

Con el objetivo de disminuir la brecha de género en STEM, se han identificado los principales desafíos dentro de la región:

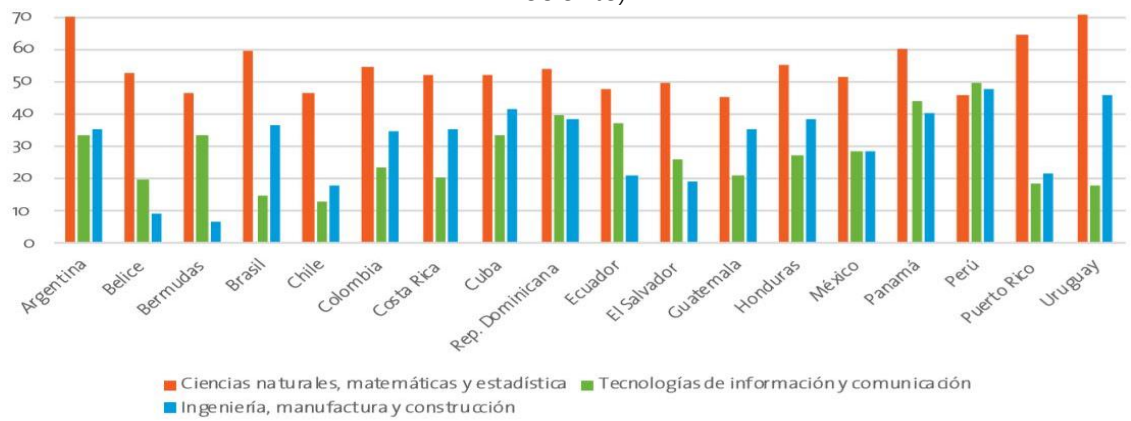
- La conciliación trabajo y familia, especialmente la maternidad y el cuidado de los hijos, cuando este momento coincide con la incorporación de la mujer a la investigación.
- El predominio masculino en la estructura de poder de la ciencia, construcción androcéntrica que no valora de igual modo la producción de conocimiento generado por las mujeres.
- La permanencia de estereotipos de género arraigados en la comunidad académica y científica.

Por otro lado, la dimensión de género no suele ser tenida en cuenta en la definición de prioridades, contenidos, proyectos, metodologías y uso de los resultados de la investigación, lo que impacta negativamente sobre la calidad y la relevancia de la investigación y la innovación

Sin perjuicio de lo anterior, es importante mencionar que América Latina y el Caribe es una de las dos regiones, junto a Asia Central, que se ha acercado más a la paridad de género, alcanzando un 45% de mujeres, en el total de investigaciones. En el gráfico 2, se muestran los distintos porcentajes para todas las regiones entre los años 2013 y 2017.

A fin de abordar y atender estas brechas, en 2021 se creó – como se mencionó anteriormente – la Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe. Esta alianza tiene dos iniciativas concretas con el fin de promover acciones colectivas, regionales y multisectoriales para una transformación digital inclusiva.

Gráfico 1: Porcentaje de mujeres graduadas universitarias, según campos STEM (2018 o año más reciente)



Fuente: ONU Mujeres (2020b). Las Mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), en América Latina y el Caribe. Uruguay. Página 28

Gráfico 2: Porcentaje promedio de mujeres investigadoras por región

Fuente: ONU Mujeres (2020b). Las Mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), en América Latina y el Caribe. Uruguay. Página 21.

Estas iniciativas son:

1. Programas Nacionales – Canasta básica digital con enfoque de género. Se trata de impulsar programas nacionales para mejorar el acceso de las mujeres a las tecnologías digitales, según las necesidades de cada país, con el apoyo técnico de la CEPAL.
2. Todas Conectadas (www.todasconectadas.org). Se ha creado una plataforma virtual colaborativa con recursos de formación en habilidades digitales, un espacio de creación de redes y oportunidades económicas para emprendedoras y mujeres interesadas en el sector de T&I en LAC.

Política Exterior Feminista y Mujeres en STEM

Tal como se mencionó anteriormente, la adopción de una PEF por los países representa un compromiso mayor con la igualdad de género, ya que implica también la promoción del multilateralismo, para abordar coordinadamente aquellos nudos estructurales que sostienen la desigualdad de género. Los marcos y normativas internacionales, sumado al esfuerzo y compromiso conjunto de los Estados, son factores importantes para avanzar hacia una sociedad transversalmente más igualitaria, pues estos tienen repercusiones internas, que impactan directamente en las personas y sus entornos, con el objetivo de una recuperación transformadora en toda la región.

El empoderamiento económico de las mujeres, que es una preocupación mundial sobre todo posterior a la crisis que ha ocasionado el COVID-19, tiene una estrecha relación con el desarrollo de ellas en las disciplinas STEM, pues la reducción de esta brecha aumenta "la seguridad económica de las mujeres, además de promover el acceso de las mujeres y las niñas a la educación, la

capacitación y la investigación en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas" (ONU Mujeres, 2022).

En este sentido, el logro los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que son objetivos globales acordados por líderes mundiales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, no es posible tampoco sin considerar la igualdad de género en las STEM, por lo que se requieren medidas efectivas acordadas por los países, para alcanzar este fin. Por último, la promoción de las mujeres en las STEM constituye una lucha en contra de una histórica discriminación basada en la violencia de género, que como es de común conocimiento, se expresa en diversos ámbitos y niveles, y se requiere del multilateralismo para hacerle frente.

Palabras finales y recomendaciones

ONU Mujeres agradece, de manera especial, a la Academia Diplomática de Chile (ACADE) por incluir, en la formación y entrenamiento de las nuevas generaciones de diplomáticas y diplomáticos, diferentes perspectivas y dimensiones asociadas a la igualdad de género y la Politica Exterior Feminista.

La participación de las mujeres en las áreas STEM es parte de los necesarios procesos transformadores que ONU Mujeres estimula a nivel regional y global. Ello exige esfuerzos multisectoriales y acciones concretas para alcanzar la igualdad de género en el ámbito del conocimiento científico y la innovación tecnológica.

Tal como indica M. Gual Soler (2020), la implementación de una catedra de diplomacia cientifica en la formación regular es una manera de "desarrollar conceptos y habilidades [...] para potenciar la inserción de Chile en las redes internacionales de investigación e innovación" (M. Gual Soler, 2020, p. 21). Allí, la perspectiva de género es un tema central, la cual integra una Politica Exterior Feminista.

A continuación, se enuncian algunas recomendaciones, orientadas a integrar ciencia y género, donde la acción de ONU Mujeres puede coadyuvar a procesos crecientemente internacionalizados.

1. Promoción y retención de mujeres en carreras STEM.

Las mujeres abandonan tempranamente su carrera como investigadoras de manera desproporcionada, y su evolución profesional es más lenta que la de sus colegas hombres (ONU Mujeres, 2020b). Se recomienda implementar planes nacionales intersectoriales que desarrollen iniciativas dirigidas a atraer, retener y a fomentar las carreras STEM en mujeres y niñas, así como a generar cambios institucionales (en escuelas, universidades y empresas), incluida la rendición de cuenta.

Los reconocimientos de L'Oréal-UNESCO para Mujeres en la Ciencia y de la Fundación Elsevier para Mujeres Científicas de Carrera Temprana en el Mundo en Desarrollo reconocen la excelencia individual. Asimismo, se recomienda poner especial atención en la prevención de la discriminación basada en el género y del acoso a través de protocolos y sesiones de

sensibilización para estudiantes y jóvenes investigadores. En este contexto, se destacan programas de acreditación, como Athena de la Red Académica de Mujeres Científicas (SWAN, por sus siglas en inglés), que reconocen y celebran las buenas prácticas de promoción de la igualdad de género en la educación superior y en las instituciones de investigación.

2. Investigación y análisis con enfoque de género.

El logro de la igualdad de género en la investigación no es únicamente una cuestión de lograr la paridad entre los investigadores: los contenidos de las investigaciones también deben considerar una dimensión de género. Se recomienda estudios específicos para comprender mejor la importancia de la dimensión de género en la investigación y en la ciencia, en particular en áreas donde la desigualdad de género todavía no ha sido reconocida como problema. Iniciativas como *Gender in STEM Research Initiative* (GIST) y las políticas de la Comisión Europea para garantizar igualdad de género en investigación e innovación a través de Horizon Europe.

Por su parte, el análisis de género debe ser una parte integral de la inversión, la investigación y el diseño en tecnología. Un ejemplo de este enfoque es el proyecto Gendered Innovations, que tiene como objetivo desarrollar métodos de análisis de género para personas científicas e ingenieras en investigación y desarrollo. Esto, a su vez, requiere que las empresas de tecnología sean más responsables y transparentes con respecto a la recopilación de información y utilización de volúmenes masivos de datos (Big Data).

3. Cerrar la(s) brecha(s) en datos de género.

Los gobiernos nacionales deben abordar la brecha de datos en género, tanto en términos de cantidad como de calidad, manteniendo al mismo tiempo la privacidad, y la protección de datos personales y sensibles como la mayor preocupación. Las organizaciones internacionales deben fomentar y guiar programas de investigación y promoción con enfoque de género como Inclusive Data Charter (IDC), Women Count y Data2x.

4. Marcos regulatorios de nuevas tecnologías.

Los gobiernos deben velar porque las nuevas tecnologías se desarrollen dentro de un marco normativo que priorice, proteja y promueva los derechos humanos de la mujer. Las tecnologías digitales presentan un desafío en materia de derechos humanos y, por ende, en derechos de las mujeres. Un ejemplo notable de cómo hacerlo se puede encontrar en el Proyecto de Derechos Humanos, Big Data y Tecnología, que considera los desafíos y oportunidades que presentan la IA y el Big Data desde una perspectiva de derechos humanos. Cualquier nuevo marco jurídico institucional nacional y/o internacional establecido para proteger los derechos de las mujeres debe ser claro y responsable (ONU Mujeres, 2020b).

5. Igualdad de género en el sector privado.

Las empresas, en particular en el sector tecnológico, se recomienda incorporen la

perspectiva de género en la política de recursos humanos para que mujeres y hombres tengan igual acceso a empleos y carreras en las áreas de las STEM. Deben establecerse incentivos, objetivos y cuotas viables para contratar, retener y promover a las mujeres en el trabajo, así como garantizar la participación equitativa de las mujeres en las funciones de liderazgo. Además, es necesario generar alianzas que permitan promover la formación de mujeres en tecnología, así como realizar un calce entre lo que requieren las empresas y las capacidades a formar, de modo tal que disminuyan las barreras de entrada.

Al respecto, ONU Mujeres junto con el Pacto Global de las Naciones Unidas establecieron en el año 2010 los WEPs (Principios de Empoderamiento de las Mujeres, por su sigla en inglés)[7]. Se trata de un conjunto de siete Principios que ofrecen orientación a las empresas sobre cómo promover la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en el lugar de trabajo, el mercado y la comunidad. Al comprometerse con estos principios, las empresas pueden establecer un diagnóstico y plan de acción para incorporar la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en su gestión corporativa.

6. Políticas públicas de cuidado.

Los responsables de la formulación de políticas públicas deben garantizar el acceso igualitario al mercado laboral para las mujeres, tales como la licencia remunerada de maternidad/paternidad y el cuidado infantil asequible. Esto garantizaría que la responsabilidad desproporcionada de las mujeres en el trabajo doméstico y de cuidados no inhiba su capacidad de participar en carreras STEM en igualdad de condiciones con los hombres.

[7] Women Empowerment Principles. Disponible en: https://www.weps.org/

Referencias bibliográficas

- Anwar Gargash Diplomatic Academy. (2021). Women in Diplomacy Index 2021. Anwar Gargash Diplomatic.

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2017). Gender Gaps and Scientific Productivity in Middle-Income Countries: Evidence from Mexico. IDB Publications (Working Papers) 8243.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021, 06 14). Se requiere una política exterior feminista para lograr una recuperación transformadora con igualdad en la región: Alicia Bárcena.

- Council on Foreign Relations. (2021). Women's Power Index.

- Estay, P. M. (2021). Política Exterior Feminista: La experiencia de Suecia. Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Gual Soler, M. (2020). Diplomacia científica en América Latina y el Caribe. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.

Disponible en: http://forocilac.org/wp-content/uploads/2020/11/PolicyPapers-DiplomaciaCientifica-ES.pdf

- Ministerio de Asuntos Exteriores de Suecia. (2019). Manual Política exterior feminista de Suecia Estocolmo.

- Ministerio de la Mujer y Equidad de Género, Ministerio de Educación, UNESCO (2021). Diagnóstico sobre indicadores y políticas con perspectiva de género desarrolladas por el Estado de Chile en áreas STEM. Disponible en: https://equidaddegenero.mineduc.cl/wp-content/uploads/2021/08/Diagnostico-sobre-indicadores-y-politicas-con-perspectiva-de-genero-desarrolladas-por-el-Estado-de-Chile-en-areas-STEM.pdf

- OIT (2019). Las plataformas digitales y el futuro del trabajo. Cómo fomentar el trabajo decente en el mundo digital.

- ONU Mujeres (2017). CSW61; El Empoderamiento Económico De La Mujer en el Cambiante Mundo del Trabajo.

- ONU Mujeres. (2020a). The Digital Revolution: Implications for Gender Equality and Women´s Rights, 25 Years after Beijing.

- ONU Mujeres (2020b). Las mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, (STEM), en América Latina y el Caribe.

- ONU Mujeres (2021) Radiografía de las mujeres en el sector tecnológico en chile: diagnóstico y recomendaciones.

- ONU Mujeres (2022). Necesitamos más mujeres en carreras STEM. Disponible en: https://lac.unwomen.org/es/stories/noticia/2022/02/necesitamos-mas-mujeres-en-carreras-stem

- The Centre for Feminist Foreign Policy. (2020). Feminist Foreign Policy so White!?

- The Centre for Feminist Foreign Policy. (2021). Centre for feminist foreign policy. Disponible en: https://centreforfeministforeignpolicy.org/feminist-foreign-policy

- UNESCO. (2018). Telling SAGA: Improving measurement and policies for gender equality in Science, Technology and Innovation. París: UNESCO.

- UIT. (2017). Fast-forward progress. Leveraging tech to achieve the global goals. UIT.

- WEF. (2018a). The Global Gender Gap Report 2018. Foro Económico Mundial.

Las mujeres y la educación en ciencias, ingeniería, tecnología y matemáticas: desafíos para alcanzar la igualdad de género y la Agenda 2030

Diana Rodríguez Wong[8], *Carolina Muñoz Rojas*[9]

Introducción

La igualdad de género ha formado parte de la agenda de desarrollo a nivel global y regional durante las últimas décadas, perfilándose como uno de los temas ineludibles de la discusión internacional en especial en el actual contexto de crisis y recuperación. Dentro de la agenda global[10] ha sido creciente la vinculación de la igualdad de género con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (CTIM) - reconocidas habitualmente en torno al acrónimo de estas palabras en inglés: *STEM Science*, *Technology*, *Engineering and Mathematics*. Dado que se considera un ámbito propicio para enfrentar el contexto de revolución digital y cambio tecnológico acelerado, hoy agudizado y tensionado por la pandemia por COVID-19, resulta fundamental su análisis desde los compromisos de la agenda internacional y los desafíos que esto implica para los países de la región.

El contexto de la pandemia por COVID-19 y los esfuerzos de recuperación en la región sitúan, una vez más, a los campos CTIM como ámbitos claves para enfrentar los desafíos globales de cara un futuro post-pandemia. Para América Latina y el Caribe esta discusión requiere estar enmarcada en un urgente cambio en el estilo de desarrollo donde la igualdad y la igualdad de género estén en el centro (CEPAL, 2019) y donde sea posible balancear las tres dimensiones del desarrollo (económico, social y ambiental), transitando hacia una recuperación más justa y enfrentando la crisis climática. Si bien, esto es un desafío enorme también presenta oportunidades para una transformación con sostenibilidad e igualdad de género.

Durante las últimas décadas, tanto los organismos internacionales, los gobiernos de América Latina y el Caribe, instituciones académicas y también organizaciones de la sociedad civil se han posicionado en torno a

[8] Oficial Asociada de Asuntos Económicos de la División de Asuntos de Género de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.

[9] Docente de la Universidad de Chile, fue Consultora de la División de Asuntos de Género de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.

[10] Entre algunos hitos a nivel global que reflejan este proceso se encuentran: Grupo de trabajo sobre género (GWG) de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas (UNCSTD) (1995), IV Conferencia Mundial sobre la mujer, Plataforma de acción de Beijing (1995), Conferencia Mundial de la ciencia para el siglo XXI: Declaración de Budapest (1999), Reunión técnica de expertos en género, ciencia y tecnología OEA-CIM - GAB UNCSTD (2004), Informe para aplicar perspectiva de género a la ciencia, la tecnología y la innovación - UNCTAD (2011), Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015), Recomendación 36, Comité CEDAW (2017).

la promoción de una mayor igualdad de género en CTIM en el marco de la discusión sobre el desarrollo en la región[11] históricamente caracterizado por la baja productividad y la brecha productiva interna, y también por la desigualdad como un rasgo estructural.

La Estrategia de Montevideo impulsada por la CEPAL y aprobada por sus estados miembros en la XIII Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe en 2016, identifica cuatro nudos críticos estructurales constitutivos de las relaciones desiguales de poder, estos son: la desigualdad socioeconómica y la persistencia de la pobreza; los patrones culturales patriarcales discriminatorios y violentos y el predominio de la cultura del privilegio; la división sexual del trabajo y la injusta organización social del cuidado y la concentración del poder y las relaciones de jerarquía en el ámbito público (CEPAL, 2017a).

La complejidad de estos nudos radica en que "se refuerzan mutuamente y generan complejos sistemas socioeconómicos, culturales y de creencias que obstaculizan y reducen el alcance de las políticas y la autonomía de las mujeres" (CEPAL, 2017a) lo que se agudiza en el contexto de pandemia, donde las mujeres de América Latina se han visto especialmente afectadas. Ello implica hacer esfuerzos en los países de la región para "evitar que las múltiples crisis que se han desencadenado en el plano económico y social profundicen los nudos estructurales de la desigualdad de género en América Latina y el Caribe en el corto, mediano y largo plazo" (CEPAL, 2021c). Cabe señalar que estos nudos se manifiestan en las experiencias, trayectorias educativas y laborales de las mujeres en la educación en ciencias, ingeniería, tecnología y matemáticas, lo que repercute tanto en la desigualdad de género como en la productividad de la región.

Una preocupación permanente tanto en la investigación como en la formulación de políticas públicas ha sido la sub-representación de niñas y mujeres en los campos CTIM (Stoet & Geary, 2018), ya sea por la baja proporción de mujeres en carreras relacionadas a estas áreas, así como por la disminución progresiva de mujeres en su transición educativo laboral, explicada mediante metáforas como la "tubería con goteras" o "cañerías con fugas" (*leaky pipeline*). Esta y otras metáforas (techos de cristal, suelos pegajosos, techos de policarbonato, laberintos de cristal, etc.) se utilizan en la literatura académica y de organismos internacionales para explicar la baja participación de las mujeres en las ciencias y a menudo "resultan evocadoras y reflejan algunos elementos del problema", no obstante, basarse demasiado en ellas como representaciones del problema oculta una dimensión fundamental: "las relaciones de poder y las condiciones estructurales subyacentes" (Waldman, 2019, p. 24). Por ello en este capítulo, se propone indagar en las

[11] A nivel regional, algunos hitos claves se encuentran en torno a la Agenda Regional de Género en el marco de los acuerdos alcanzando en la Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe, entre ellos en: Consenso de Brasilia (2010), Consenso de Santo Domingo (2013), Estrategia de Montevideo (2016), Compromiso de Santiago (2020).

desigualdades de género en torno a CTIM en un sentido amplio, identificando su abordaje en la agenda a nivel internacional, regional y nacional, así como las oportunidades existentes para la discusión en esta materia en los países de la región, en especial en Chile.

1. La coyuntura actual en clave de género: crisis entrelazadas.

Los impactos que ha producido la pandemia de COVID-19 han sido particularmente devastadores para América Latina y el Caribe. La crisis del 2020 desencadenó una caída histórica de la ocupación, un aumento sin precedentes en los niveles de desempleo, así como la profundización de la pobreza y la desigualdad (CEPAL, 2021a). Así, la pandemia irrumpe en un "contexto marcado por asimetrías en el plano global, bajo crecimiento de las economías de la región, deterioro de la calidad del empleo y crecientes desigualdades en países con sistemas de salud fragmentados, mercados laborales segmentados y políticas de igualdad de género con recursos insuficientes" (Bidegain et al., 2020).

Este escenario de crisis sanitaria y profundización de las múltiples desigualdades presentes en la región se cruza con la cada vez más urgente crisis climática que amenaza la sostenibilidad de la vida, particularmente en una región donde el modelo de desarrollo dominante se ha basado en el extractivismo y el deterioro ambiental. Ambos caminos nos enfrentan a una encrucijada que presenta una oportunidad histórica de cambiar el estilo de desarrollo dominante e implementar cambios que de forma sinérgica pueden promover el desarrollo económico, la igualdad y la sostenibilidad ambiental, es decir, a incorporar las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Cabe señalar que la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ofrece una visión ambiciosa del desarrollo sostenible, integrando sus dimensiones económica, social y ambiental, y sobre este marco la CEPAL ha enfatizado en fortalecer el análisis y el diálogo de políticas en torno a los ejes claves la implementación de la Agenda y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (CEPAL, 2018).

El avance hacia el desarrollo sostenible en la región se dificulta por la permanencia de sus fallas estructurales, entre las cuales se encuentra la persistente desigualdad en clave de género que está en la base de la insostenibilidad del estilo de desarrollo dominante en la región (CEPAL, 2021b). La CEPAL, por medio de la Agenda Regional de Género y en específico, en la Estrategia de Montevideo, plantea nudos estructurales de la desigualdad que es preciso erosionar (CEPAL, 2017a).

La crisis provocada por la pandemia de COVID-19 ha puesto en evidencia, e incluso ha profundizado, estos nudos estructurales, así como también la fragilidad de los avances que se han logrado en la región en materia de igualdad de género. En lo que se refiere al empleo, por ejemplo, de acuerdo con los datos analizados por la CEPAL, si bien el impacto en el mercado laboral ha sido grave tanto para hombres como para mujeres la tasa de participación laboral femenina ha caído 6 puntos porcentuales, de 51.4% en el 2019 a 46,9% en el 2020 (comparado con 74.7% en 2019 a 69,6% en 2020 para los

hombres) lo que equivale a un retroceso de más de 18 años en materia de participación laboral, además de aumentos en la informalidad y el desempleo para las mujeres (Guezmes, 2021).

Asimismo, como consecuencia de la marcada segregación laboral en la región, el 56,9% del empleo de mujeres en América Latina y el 54,3% en el Caribe se encuentra concentrado en aquellos sectores que enfrentaron mayor riesgo de pérdida del empleo y caída de los ingresos ante la pandemia: el comercio, el turismo, la manufactura y el trabajo doméstico remunerado (CEPAL, 2021c).

Esta contundente salida de mujeres de la fuerza laboral está estrechamente ligada a las crecientes demandas de cuidados y a la injusta organización social de los cuidados en la región. En América Latina y el Caribe, las mujeres dedican diariamente al trabajo doméstico y de cuidados no remunerados el triple del tiempo que dedican los hombres a las mismas tareas, (CEPAL, 2020) y los datos de los países que han medido los impactos de la crisis en el uso y distribución del tiempo muestran que la pandemia ha generado una sobrecarga de trabajo no remunerado al interior de los hogares[12]. La crisis de los cuidados se agudiza en estos contextos y sus consecuencias se manifiestan también en el trabajo doméstico remunerado, sector en el que trabaja un 11,4% de las mujeres ocupadas en la región (CEPAL, 2020).

Las respuestas a estas crisis entrelazadas requieren de nuevas estrategias hacia el cambio estructural progresivo propuesto por la CEPAL donde es necesario analizar el "desacople" entre las industrias del futuro y los sistemas educativos presentes en la región. Dada la necesidad que la estructura productiva de la región sea redefinida hacia sectores más intensivos en conocimientos, con tasas de crecimiento de la demanda y del empleo más altas, pero preservando también los recursos naturales y el medio ambiente, los procesos de recuperación necesarios para enfrentar la actual crisis se han perfilado en torno a ocho sectores dinamizadores que pueden constituirse en el centro de los esfuerzos en favor de un gran impulso para la sostenibilidad,: i) transición energética: energías renovables y reducción de uso de combustibles fósiles; ii) movilidad sostenible y espacio urbano; iii) la revolución digital: universalizar el acceso; iv) industria manufacturera de la salud; v) bio-economía: sostenibilidad basada en recursos biológicos y ecosistemas naturales; vi) valorizar y expandir la economía del cuidado, vii) desarrollo de la economía circular, y viii) recuperación sostenible del sector turismo (CEPAL, 2021d).

Todos estos ámbitos se vinculan con los ámbitos CTIM: requieren tanto de habilidades como de formación de profesionales en campos CTIM, los cuales deben ser impulsados teniendo como objetivo la igualdad sustantiva, en los resultados de las acciones para la igualdad

[12] En Chile los hombres destinaron 8,2 horas semanales a estas actividades mientras que las mujeres dedicaron 17,8 horas semanales; en el Uruguay las horas de trabajo no remunerado de las mujeres subieron de 6,9 a 8,1 horas diarias mientras que para los hombres subió de 3,9 a 4,6 horas diarias; en México en abril 2020 las mujeres destinaron 31,9 horas semanales al trabajo no remunerado y los hombres 11,6 horas semanales en promedio.

de género, así como la autonomía de las mujeres. Cabe señalar que tanto la educación de calidad como la igualdad de género, se entrecruzan con este cambio estructural progresivo y los sectores dinamizadores. La educación de calidad conlleva el aumento de la capacidad de las personas para contribuir al proceso productivo pues, al facilitar el desarrollo cognitivo, la capacidad de aprendizaje y la posibilidad de aprender y adquirir nuevas habilidades, tiene un efecto positivo en la productividad (CEPAL, 2021d). Y entre las propuestas para garantizar el derecho a la educación en un contexto de recuperación transformadora se encuentra el cierre de las brechas de género, fomentando una mayor participación de las mujeres en las disciplinas científicas y, en particular, las físico-matemáticas.

2. La pandemia por COVID-19 y sus efectos en la profundización de la desigualdad de género en CTIM

En el contexto de pandemia, progresivamente se han hecho más evidentes las manifestaciones de la desigualdad de género. En torno a CTIM se constata, por ejemplo, que está afectando desproporcionadamente a las mujeres investigadoras, incluso si han estado a la vanguardia de responder a la crisis (Schneegans et al., 2021). Las mujeres que se desempeñan laboralmente en los campos CTIM, aun cuando sea un grupo pequeño y privilegiado, son afectadas por los obstáculos y barreras de género transversales que enfrentan a las trabajadoras asalariadas en todos los ámbitos y que podrán repercutir en su permanencia: sobrecarga de labores domésticas y de cuidado que dificultan tanto el trabajo presencial como remoto, inseguridad e inestabilidad laboral, desempleo, disminución de ingresos de manera temporal o permanente, entre otros, así como la sobrecarga de labores remuneradas de mujeres que se emplean en sectores especialmente exigidos por la pandemia y confinamiento: la atención sanitaria en un contexto de uso intensivo de las servicios de salud, la adaptación de los sistemas educativos a modalidades remotas, mediadas por la tecnología, disminución de la producción científica y tecnológica de las mujeres y las labores domésticas y de cuidados dentro de los hogares.

Por otra parte, existe una paradoja: sectores claves para enfrentar la crisis presentan una alta participación de mujeres, esto es atención de salud intensiva, sector donde las mujeres alcanzan el 73,2% del total de las personas empleadas, adaptación de los sistemas de enseñanza donde el 70,4% de los puestos de trabajo en el sector de la educación son ocupados por mujeres y por otra parte, se acelera la digitalización, en prácticamente todos las actividades de la vida (CEPAL, 2021c), donde las mujeres se encuentran más excluidas. Para Wacjman, Young y Fitzmaurice (2020), el auge y la difusión de las tecnologías digitales configura la desigualdad de género en la esfera educativa en una multiplicidad de formas y no solo se relaciona con el acceso a la tecnología, sino con el "déficit" en el aprendizaje y habilidades, y señalan que hoy las mujeres, particularmente en países de ingresos bajos y medianos, carecen de capacidades tecno-sociales para competir en un entorno global en línea.

Los vínculos se hacen evidentes, al constatar que tanto los conocimientos como las habilidades que se desarrollan y adquieren en ciencia, matemáticas, ingeniería y tecnología no solo son relevantes para quienes trabajan en campos relacionados con CTIM, sino también "en la comprensión de nuestra vida cotidiana, que van desde la salud diaria a la comunicación con los demás, hasta el conocimiento sobre el cambio climático y la vida sostenible" (IBE-UNESCO, 2017). Hoy, en el contexto de pandemia, tanto en relación con sus consecuencias como las oportunidades que genera, se observa la necesidad urgente de "salvar las diferencias de desarrollo, de forma que las mujeres y las niñas de todo el mundo puedan aprovechar los avances tecnológicos" (Naciones Unidas, 2019). Ello es extensible también a otros ámbitos que estarán en el centro de la recuperación post-pandemia.

Entre los efectos que el contexto de pandemia por COVID – 19 está teniendo en los vínculos entre género y CTIM, se pueden identificar, por una parte, que durante la pandemia los países han recurrido a la ciencia, demostrándose el valor de las tecnologías digitales en una situación de emergencia y se han dinamizado los sistemas de producción de conocimientos. Pero, por otra, se enfrenta el riesgo de mayores desigualdades sociales (Schneegans *et al.*, 2021).

Las condiciones laborales que enfrentan las mujeres en la región son particularmente complejas: se prevé que los efectos económicos y sociales de la pandemia repercutirán de forma significativa en la autonomía de las mujeres, estimándose una reducción de sus niveles de ocupación lo que representa un retroceso para toda la región (CEPAL, 2021c). En cuanto a la participación laboral y condiciones del empleo de las mujeres en campos CTIM, donde han sido minoría hasta ahora, existe el riesgo de profundizar las desigualdades de género.

Por otra parte, cabe preguntarnos, si la ciencia y la tecnología están incluyendo una perspectiva de género en el contexto de crisis, que incluya a las mujeres en sus soluciones para enfrentar la pandemia y sus consecuencias, desde las propuestas científicas y tecnológicas, o bien si las soluciones sugeridas son útiles o beneficiosas para las mujeres.

3. Las mujeres en campos CTIM: ¿ha sido la educación la llave maestra para la igualdad?

Uno de los principales problemas identificados en torno a la desigualdad de género en CTIM vinculados a la educación ha sido la subrepresentación de las mujeres, considerándose un ámbito de persistentes barreras: pese la alta participación de las mujeres en los distintos niveles educativos - en especial en la educación terciaria o superior- siguen teniendo una baja presencia en las carreras CTIM (Bello, 2020; OEI, 2020; Schneegans et al., 2021).

En torno a esta baja participación de las mujeres, hay varios aspectos llamativos y también paradójicos. A nivel general, las mujeres ya no enfrentan barreras de acceso a la educación, de la cual participan ampliamente. Conviene tener presente que la región goza de paridad de género en la

matrícula hasta el primer ciclo de la educación secundaria. Inclusive, "los varones están en desventaja en la matrícula del segundo ciclo de secundaria y de la educación terciaria" (UNESCO, 2020).

Las barreras de acceso a la educación ya no serían un problema, sino más bien corresponden a los ámbitos a los cuales acceden y donde desarrollan sus trayectorias educativas: acceder a la educación no necesariamente significa una distribución género-igualitaria entre todos los campos y carreras, ni tampoco condiciones equitativas dentro del sistema educativo.

De acuerdo a las estadísticas recopiladas por la UNESCO a nivel mundial, en la educación superior las mujeres representan solo el 35% del estudiantado matriculado en las áreas relacionadas con CTIM. El menor número de mujeres inscritas se encuentra en áreas relacionadas con la información, las comunicaciones, la tecnología, la ingeniería, la manufactura, la construcción, las ciencias naturales, las matemáticas y la estadística. Se recuerda, además, que las mujeres abandonan estas disciplinas "en números desproporcionados durante sus estudios superiores, en su transición al mundo laboral e incluso durante su formación superior" (UNESCO, 2019a). Cabe preguntarnos si el "abandono" es por motivos individuales o es el sistema educativo y tecnológico el que no facilita las trayectorias de mujeres y niñas.

La menor participación de las mujeres es un aspecto común en estos campos, pero se tienden a analizar como sectores homogéneos. Sin embargo, las áreas específicas que componen las disciplinas CTIM presentan también diferencias en torno a la participación de las mujeres: por una parte, se observa la concentración de las mujeres que ingresan a estos ámbitos educativos en las ciencias naturales o de la salud, en contraste con la sub-representación en áreas consideradas tradicionalmente masculinas como las ingenierías, la tecnología y las matemáticas.

En el área tecnológica, donde persiste una menor presencia de mujeres: según el Estado de la Ciencia 2020 de RICYT en países como Brasil y Chile, las mujeres representan menos del 13% respecto de la matrícula total en estas áreas (OEI, 2020). Por su parte las estadísticas publicadas por la UNESCO muestran que al 2018 algunos países de la región mostraban bajos porcentajes de mujeres graduadas a nivel universitario en el campo de tecnología de la información y comunicación, siendo aquellos con menores porcentajes: Chile 12,7%, Brasil 14,6% y Uruguay 17,7%, y entre los países con mayores porcentajes solo uno se acerca al 50%: Perú 49,6%, seguido por Panamá 43,9% y República Dominicana 38,4% (Bello, 2020).

Los factores que explican esta baja representación, han sido abordados por la literatura, identificándose más de una causa atribuible a la baja participación de las mujeres en el ámbito CTIM. Entre los factores que contribuyen a explicar la baja participación se encuentran desde aspectos ligados a la socialización de género durante las etapas más tempranas (infancia y adolescencia); la falta de identidad con estas áreas, sesgos y estereotipos de género, ausencia de soportes y modelos a seguir

(Sevilla & Farías, 2020), los estereotipos de género sobre el tipo de persona que trabaja en el ámbito CTIM (Sáinz, 2020), la influencia del entorno familiar y educativo, así como las propias barreras del empleo remunerado para las mujeres egresadas de estos campos.

La experiencia muestra que se ha identificado entre las principales barreras que enfrentan las mujeres para el ingreso, desarrollo y permanencia en la carrera científica el trabajo de cuidados, el predominio masculino en la estructura de poder de la ciencia, la construcción androcéntrica que no valora de igual modo la producción de conocimiento generado por las mujeres, y la permanencia de estereotipos de género arraigados en la comunidad académica y científica (Bello, 2020).

A nivel educativo, en el Informe de Género 2020 vinculado al Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020 de UNESCO, se destaca que "en todos los niveles educativos, las niñas muestran valores más bajos de autoeficacia, es decir, percibidos como opuestos a las habilidades reales, en las materias de matemáticas y ciencias, además de las ciencias de la vida" (UNESCO, 2020).

Pese a ser esta uno de los factores más recurrentes, cabe señalar que desde las perspectivas feministas se cuestiona una aproximación al problema centrada solo en las propias mujeres, tanto en las ciencias como en la tecnología. Por ejemplo, para Wajcman (2006), la tradición feminista más liberal "sitúa el problema en las propias mujeres (su socialización, aspiraciones y valores) y no se plantea cuestiones más amplias referentes a si la tecnociencia y sus instituciones podrían redefinirse para dar cabida a las mujeres y de qué manera lo harían".

Otro aspecto llamativo es la denominada paradoja de la igualdad de género en CTIM (Stoet & Geary, 2018) y la paradoja de la igualdad de género en las TIC (UNESCO, 2019b). En primer término, Stoet y Geary (2018) realizaron un análisis comparativo de la participación de género en los programas educativos en CTIM y encontraron que los países con altos niveles en el índice de igualdad de género del Foro Económico Mundial también tienen algunas de las mayores brechas de género en CTIM en la educación secundaria y terciaria.

De manera similar, la UNESCO (2019b) evidencia la ausencia de una relación directa entre niveles de igualdad de género de los países (también en base a índice de género del Foro Económico Mundial) y la proporción de mujeres que cursan estudios de nivel avanzado, habilidades digitales o TICs, señalando que los países con niveles más altos de igualdad de género -como los de Europa- tienen las proporciones más bajas de mujeres que cursan estudios superiores en informática y materias afines. Por el contrario, países con bajos niveles de igualdad de género -como los de la región árabe- tienen las proporciones más altas de mujeres que obtienen títulos de tecnología avanzada.

En esta correlación, países de la región como Chile y Costa Rica, se encuentran en el primer grupo (con un desempeño peor de lo

esperado) y le siguen de cerca Argentina, Brasil, Cuba y México. Si bien ningún país de la región se encuentra en el segundo grupo (con un desempeño mejor de lo esperado), con resultados más cercanos a ese grupo se encuentra Perú.

Un aspecto más de fondo se relaciona con los sesgos androcéntricos en la creación y construcción del conocimiento científico y tecnológico que no solo excluye, sino que justifican la exclusión de las mujeres y reproducen la desigualdad.

Para Waldman (2019), la ciencia está "integrada en las estructuras políticas y económicas del capitalismo tardío", se basa en las jerarquías masculinas y las reproduce, situación que se podría extrapolar a todos los campos CTIM. Esto implica analizar cómo, quienes, y para quienes, se crea el conocimiento, y también como se traducen los sesgos en el empleo CTIM. Castaño y Webster (2014) señalan que analizar la participación de las mujeres en la ciencia "no sólo implica cuantificar la presencia de mujeres sino también analizar los sesgos de género en los mecanismos de acceso, selección y promoción en el ámbito de la ciencia y la tecnología". Schiebinger (2012), por su parte, distingue tres niveles analíticos: la presencia de las mujeres en ciencia y tecnología, el sesgo de género de la cultura de la ciencia y la tecnología -pese a los ideales científicos de objetividad y neutralidad- y la integración de la dimensión de género en los propios contenidos científicos y tecnológicos.

Esta discusión es clave, ya que se ha enfatizado el rol que tienen tanto los campos, las carreras y las habilidades CTIM, en un contexto de cambio tecnológico o revolución digital, que impacta el mundo del empleo o trabajo remunerado comúnmente analizado en torno a la idea del "futuro del trabajo". Se ha señalado que los avances tecnológicos tales como la inteligencia artificial, la automatización y la robótica, conducirán a un cambio masivo en todas las áreas de la vida y que este cambio tecnológico no es ni será neutro en cuanto al género (Naciones Unidas, 2019). Así, esta revolución tecnológica implicará diversos cambios en el empleo, lo que puede significar una nueva barrera u oportunidad para propiciar una mayor autonomía económica de las mujeres ante escenarios económicos cambiantes (CEPAL, 2019).

El acceso a tecnologías clave es una condición necesaria (aunque no suficiente) para garantizar la plena participación en economías cambiantes. Sin embargo, las brechas de acceso a las mismas denotan las múltiples disparidades presentes en la región: la brecha digital evidencia las disparidades entre individuos, hogares, empresas y áreas geográficas con respecto tanto a sus oportunidades de acceder a las tecnologías de información y comunicaciones como a su uso para una amplia variedad de actividades (Davaki, 2018). Esas disparidades reflejan generalmente además diferencias socioeconómicas. Un requisito esencial para lograr una participación efectiva en la era digital es contar con acceso a banda ancha de alta velocidad. Los costos asociados a la conexión de los hogares y a los dispositivos necesarios, sumados a las dificultades para financiar la infraestructura digital (por

ejemplo, cables de fibra óptica) son obstáculos que se interponen a la inclusión digital, en particular para las mujeres, quienes siguen encontrando múltiples barreras para generar ingresos propios. Por ese motivo, es crucial asegurar la asequibilidad a dispositivos y tener en cuenta consideraciones como la propiedad y control de la tecnología, los costos de acceso, las necesidades de uso, los lugares de acceso, la complejidad de uso y la sostenibilidad de los recursos tecnológicos.

4. Escenarios en diversas escalas: la Agenda Regional de Género y sus sinergias con los ODS

La vinculación entre la igualdad de género y las disciplinas CTIM debe situarse en la agenda de desarrollo sostenible, desafiada hoy por los procesos de recuperación ante las crisis. Ello requiere potenciar las sinergias entre la agenda global y regional en materias de igualdad de género, educación, ciencia y tecnología, con el propósito de potenciar cambios y transformaciones que avancen más sustantivamente y que mejoren las condiciones de vida de las mujeres y las niñas.

A nivel global, se reconocen diversos hitos e instancias intergubernamentales donde se han abordado los temas de igualdad de género en CTIM, entre ellos:

- el Grupo de Trabajo sobre Género (GWG por su sigla en inglés) de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas (UNCSTD) (1995),
- La IV Conferencia Mundial sobre la Mujer: la Plataforma de Acción de Beijing (1995), la Conferencia Mundial de la Ciencia para el Siglo XXI y la Declaración de Budapest (1999),
- La Reunión técnica de expertos en género, ciencia y tecnología OEA-CIM / GAB - UNCSTD (2004),
- el Informe para la aplicación de la perspectiva de género en ciencia, tecnología e innovación UNCTAD (2011), entre otros.

A ellos se suman dos compromisos políticos de la última década: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015) y la Recomendación 36 del Comité CEDAW (2017).

Por una parte, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el marco del ODS 4 sobre educación de calidad, se propone garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Este objetivo incluye como meta asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria; aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento; y eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad (CEPAL, 2018).

Se reconoce en particular que las habilidades de alfabetización digital son un objetivo específico vinculado a los indicadores 4.4.1 proporción de personas jóvenes y adultas con competencias en tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), desglosada por tipo de competencia técnica y 4.4.2 el porcentaje de jóvenes y adultos que han logrado al menos un nivel mínimo de competencia en competencias digitales (UNESCO, 2019b). En tanto en el ODS 5, la meta 5.b propone "mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres (CEPAL, 2018).

Por otra parte, el Comité de la CEDAW en 2017 entregó la Recomendación General n° 36 sobre el derecho de las niñas y las mujeres a la educación. Dentro de las recomendaciones específicas vinculadas a CTIM, se encuentra: aumentar la participación de las mujeres y las niñas en los programas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en todos los niveles de la enseñanza; adaptar las opciones y los contenidos en la educación de las niñas y las mujeres, en particular en los niveles superiores de la enseñanza, a fin de aumentar su representación en las disciplinas científicas, técnicas y de gestión y, con ello, su calificación, para que puedan acceder a puestos directivos y decisorios, en particular en las profesiones y empleos dominados por los hombres, entre otros aspectos (Naciones Unidas, 2017).

A nivel de América Latina, algunos hitos claves se identifican en torno a la Agenda Regional de Género (CEPAL, 2017b) en el marco de los acuerdos alcanzados en la Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe:

- Consenso de Brasilia (2010),
- Consenso de Santo Domingo (2013), Estrategia de Montevideo (2016),
- Compromiso de Santiago (2020).

Estos compromisos abordan, progresivamente, la promoción del acceso de las mujeres en CTIM como una orientación de las políticas, avanzando hacia la promoción de medidas afirmativas para reducir las barreras de acceso, eliminar el sexismo y los estereotipos de género en el sistema educativo y en la percepción de docentes sobre el desempeño de niñas y niños en CTIM. Asimismo, promover la participación paritaria y asegurar la permanencia y culminación de las niñas y mujeres tanto en carreras como en puestos laborales en CTIM.

En el contexto regional, conviene destacar, de manera particular, la Estrategia de Montevideo aprobada en 2016. Esta incluye en el Eje 7 sobre tecnología, la medida 7.d. "diseñar y llevar a la práctica programas específicos para cerrar las brechas de género en el acceso, el uso y las habilidades en materia de ciencia, tecnología e innovación y fomentar la participación paritaria de las mujeres en este ámbito" (CEPAL, 2017a).

En 2020, el Compromiso de Santiago contiene entre sus acuerdos "la promoción de políticas públicas que incluyan medidas de acción afirmativa para propiciar que las niñas, las adolescentes y las mujeres participen, permanezcan y culminen su

educación en las áreas de la ciencia, la ingeniería, las matemáticas, y la tecnología, incluidas las tecnologías de la información y las comunicaciones y las tecnologías emergentes y sostenibles" (acuerdo 18). Ese instrumento se refiere también a la necesidad de "fomentar la participación laboral de las mujeres en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, eliminando la segregación laboral y garantizando el trabajo decente y la igualdad salarial, en particular en sectores emergentes, entre ellos el de la economía digital, que son clave para el cambio estructural con igualdad y la descarbonización de las economías (acuerdo 19) (CEPAL, 2020a).

Cabe señalar que la agenda regional aborda los vínculos entre igualdad de género y CTIM desde la década de 2010 en adelante, con posterioridad a la agenda global cuyos antecedentes surgen a mediados de la década de 1990. No obstante, el desarrollo de los acuerdos y consensos en América Latina abordan de manera progresiva y con mayor especificidad, las recomendaciones de políticas públicas en torno a género y CTIM.

Visibilizan, por ejemplo, la diversidad de mujeres y niñas de la región (indígenas, afrodescendientes, rurales, LGBTTI y mujeres con discapacidad) y abordan tanto problemáticas como recomendaciones de política pública, desde el acceso, centrado en incentivar a mujeres y niñas y promover las vocaciones CTIM, hasta acciones afirmativas para reducir las barreras de acceso. La idea es transversalizar la perspectiva de género en los sectores de ciencia, tecnología y educación, observándose menos recomendaciones o acuerdos en torno al empleo CTIM.

En Chile, se pueden identificar tres ámbitos de políticas públicas que abordan los vínculos entre la igualdad de género y las disciplinas CTIM:

- el Cuarto Plan Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres 2018-2030 del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género,
- la Política Institucional de Género 2017- 2025 de ANID
- y, la Política Nacional de Igualdad de Género para la Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, junto con su Plan de acción "50/50 para el 2030", del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

En primer lugar, el Cuarto Plan Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres 2018-2030 identifica dentro de sus antecedentes y avances el desarrollo de "políticas y programas de educación que tienen relación directa con el acceso de mujeres a la tecnología, la ciencia y la innovación que mejoran su empleabilidad". Se reconocen "esfuerzos sistemáticos por debilitar la segregación de género en la distribución de mujeres y hombres en distintas disciplinas, en la selección de carreras, en el acceso a la ciencia y uso de la tecnología, y en las trayectorias profesionales". Se identifican medidas de acción positiva para el ingreso de las mujeres a carreras científicas altamente masculinizadas y normas que consideran las "exigencias de la vida reproductiva y de la salud, en los procesos

de formación y en las trayectorias profesionales" (MMEG, 2019).

En segundo lugar, la Política Institucional de Género 2017- 2025 de ANID establece 3 ejes de trabajo:

i) promover y potenciar la igualdad de género en el desarrollo de la actividad científica y tecnológica;
ii) visibilizar el desarrollo de la Ciencia y Tecnología del país desde una perspectiva de igualdad de género;
iii) instalar una cultura de equidad de género y diversidad en la gestión de recursos humanos y financieros de ANID.

Esta política forma parte del Sistema General de Equidad de Género de ANID, que está compuesto por un diagnóstico de las principales barreras, brechas e inequidades de género en el mundo de la ciencia y la tecnología, la política antes señalada, el plan de acción anual, un sistema de monitoreo y seguimiento, un marco organizacional (equipo técnico) y una estrategia de difusión y sensibilización.

En tercer lugar, en Julio de 2021, fue lanzada la Política Nacional de Igualdad de Género para la Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). Allí se estableció un Plan de acción, denominado "50/50 para el 2030", con el compromiso de que la investigación científica sea efectuada de manera igualitaria por hombres y mujeres hacia 2030, involucrando cambios institucionales, sociales y culturales en el ecosistema de CTCI nacional.

Esta se propone "avanzar decididamente en la remoción de las barreras que impiden la participación y el desarrollo pleno de las mujeres en la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, con el fin de brindar mayor diversidad y creatividad al ejercicio de la investigación y desarrollo, de incrementar los talentos disponibles y últimamente, de constituir un sistema científico, académico y tecnológico robusto, que integra la igualdad de oportunidades, derechos y trato de la mujer en todas sus dimensiones" (Ministerio de CTCI de Chile, 2021).

Además, a nivel regional se estableció la Alianza para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe, con el objetivo de reducir las brechas de género en términos de acceso, desarrollo de competencias y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones por parte de las mujeres y las niñas y promover la plena participación de las mujeres en la economía digital, a través de acciones colectivas, regionales y multisectoriales para una transformación digital inclusiva (CEPAL, 2021e).

Para lograr su objetivo, la Alianza Regional impulsa dos líneas de acción, la primera vinculada a promover el acceso a las tecnologías digitales y la segunda vinculada a la creación de una plataforma virtual colaborativa con recursos de formación en habilidades digitales, un espacio de trabajo, creación de redes *(networking)* y oportunidades económicas para emprendedoras y mujeres interesadas en el sector de TICs en la región. Actualmente forman parte de la Alianza Chile -quién coordina la iniciativa-, Colombia, Costa Rica,

Guatemala, Paraguay, Panamá, México y Uruguay.

Estos ejemplos de políticas dan cuenta de claros avances, pero también enfrentan importantes desafíos en el contexto de pandemia y recuperación. Como se ha señalado, a lo largo de este documento, los campos CTIM son claves para enfrentar el contexto de revolución digital y cambio tecnológico acelerado, actualmente agudizado y tensionado por la pandemia por COVID-19.

Este escenario, sin lugar a dudas, puede ser una oportunidad para el cambio tecnológico y el modelo de desarrollo de la región, pero requieren ser abordados desde una perspectiva de género que permita transformar los patrones de desigualdad presentes históricamente en la región y que se proyectan en la ciencia y la tecnología, fortaleciendo tanto las capacidades institucionales como los instrumentos de políticas públicas.

El problema de la subrepresentación de las mujeres en las carreras y los campos CTIM es solo la punta del iceberg, de una suma de problemas y desigualdades de carácter estructural que requieren ser analizados en perspectiva y abordados por políticas que respondan a esa complejidad. Se ha señalado que, para avanzar hacia el logro de la autonomía y los derechos de las mujeres en el contexto actual, es necesario un abordaje integral y transformador de la política pública (CEPAL, 2019).

Una mayor igualdad de género y autonomía económica para las mujeres de América Latina y del Caribe pasa por transformar los campos educativos, no sólo para que accedan, sino para que la sociedad sea transformada y constituya un espacio que haga posible una mayor igualdad y un mayor respeto de los derechos y dignidad de todas las personas. Estas dimensiones requieren ser abordadas más profundamente por las agendas públicas y son un desafío que enfrentan las políticas exteriores feministas para acentuar cambios culturales reales y efectivos.

Se requiere avanzar hacia una concertación regional efectiva que permita la implementación de políticas públicas que incorporen la dimensión de género en ámbitos estratégicos como medio ambiente, innovación, ciencia y tecnología. Es necesario actuar en diversos espacios multilaterales, en torno a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y en el diálogo político y comercial, avanzando hacia políticas transformadoras que aborden las condiciones estructurales de las desigualdades de género vinculadas a la participación y liderazgo de las mujeres en áreas CTIM.

Apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) haya incorporado estos temas en sus programas de formación y entrenamiento porque ello contribuye a reforzar la cooperación efectiva para avanzar hacia pisos de integración regional, acercando la ciencia a la sociedad, con un reconocimiento efectivo de la perspectiva de género y de los aportes que las niñas y las mujeres pueden hacer a las disciplinas CTIM.

Bibliografía

- Bello, A. (2020). Las mujeres en las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina (ONU Mujeres).
- Bidegain, N., Scuro, L., & Vaca-Trigo, I. (2020). La autonomía económica de las mujeres en tiempos de COVID-19. Revista de la CEPAL, 132, 14.
- Castaño, C., & Webster, J. (2014). Género, ciencia y tecnologías de la información. Editorial UOC.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2017a). Estrategia de Montevideo para la Implementación de la Agenda Regional de Género en el Marco del Desarrollo Sostenible hacia 2030. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2017b). 40 años de Agenda Regional de Género. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2019). La autonomía de las mujeres en escenarios económicos cambiantes.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2020a). Compromiso de Santiago. https://conferenciamujer.cepal.org/14/sites/crm14/files/20-00089_crm.14_compromiso_de_santiago.pdf
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2020b). La pandemia del COVID-19 profundiza la crisis de los cuidados en América Latina y el Caribe. United Nations. https://doi.org/10.18356/9789210054164
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021a). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2021. 279.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021b). Hacia la sociedad del cuidado: Los aportes de la Agenda Regional de Género en el marco del desarrollo sostenible.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021c). La autonomía económica de las mujeres en la recuperación sostenible y con igualdad.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021d). Construir un nuevo futuro: Una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. United Nations. https://doi.org/10.18356/9789210047456
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021e). Acuerdos. Sexagésima Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe. 25 de febrero de 2021. https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/21-

00098_mdm.60_acuerdos.pdf
- Davaki, K. (2018). The underlying causes of the digital gender gap and possible solutions for enhanced digital inclusion of women and girls.
- Guezmes, A. (2021) Hacia una sociedad del cuidado para una recuperación con igualdad de género y sostenibilidad. [Presentación PowerPoint], División de Asuntos de Genero, CEPAL. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/presentacion_ana_guezmes_garcia.pdf
- IBE-UNESCO. (2017). A Resource pack for gender-responsive STEM education; Training tools for curriculum development. 266.
- Ministerio de CTCI de Chile. (2021). Política Nacional de Igualdad de Género para la Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación "50/50 para el 2030".
- MMEG (Ministerio de la Mujer y Equidad de Género de Chile). (2019). Cuarto Plan Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres 2018-2030.
- Naciones Unidas. (2017). Recomendación general núm. 36 sobre el derecho de las niñas y las mujeres a la educación, Comité para la Eliminación de la Discriminación contra la Mujer.
- Naciones Unidas. (2019). Examen y evaluación de la aplicación de la Declaración y Plataforma de Acción de Beijing y de los resultados del vigésimo tercer período extraordinario de sesiones de la Asamblea General, Informe del Secretario General.
- OEI (Organización de Estados Iberoamericanos). (2020). El estado de la ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2020.
- Sáinz, M. (2020). Brechas y sesgos de género en la elección de estudios STEM ¿Por qué ocurren y cómo actuar para eliminarlas?».
- Schiebinger, L. (2012). Getting More Women into Science: Knowledge Issues, Gender and Science: Studies across Cultures. En N. Kumar, Gender and Science: Studies across Cultures (pp. 3-19). Foundation Books.
- Schneegans, S., Lewis, J., & Straza, T. (2021). Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: La Carrera contra el Reloj para un Desarrollo más nteligente – Resumen Executivo.
- Sevilla, M. P., & Farías, M. (2020). Brechas de género en trayectorias STEM y Educación Media Técnico Profesional. 13.
- Stoet, G., & Geary, D. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. Psychological Science, 29(4), 581-593.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2019a). Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2019b). I'd blush

if I could: Closing gender divides in digital skills through education.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2020). Global Education Monitoring Report – Gender Report: A new generation: 25 years of efforts for gender equality in education.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2020). Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020 – América Latina y el Caribe – Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción.
- Wajcman, J. (2006). El Tecno feminismo, (Ediciones Cátedra Universitat de Valencia Instituto de la Mujer.).
- Wajcman, J., Young, E., & Fitzmaurice, A. (2020). The Digital Revolution: Implications for Gender Equality and Women's Rights 25 Years after Beijing. United Nations. https://doi.org/10.18356/e2a68ccf-en
- Waldman, L. (2019). Caminos al éxito: Aportes del enfoque de género al liderazgo científico en los desafíos globales. GenderInSITE.

Igualdad de género en el mundo digital: enfrentando las brechas y abriendo oportunidades para el pleno goce de los derechos económicos de las mujeres

Departamento de Relaciones Internacionales,
Ministerio de la Mujer y Equidad de Género.

Los efectos de la pandemia: profundización de las brechas de género

Luego de más de dos años de pandemia, periodo en el cual nuestras sociedades debieron adaptarse no solo a una nueva normalidad, sino también a una crisis económica y social, se vuelve aún más evidente lo que ya era alertado con anterioridad a la irrupción del COVID-19: las crisis tienen efectos diferenciados en base al género. Es decir, hombres, mujeres y personas de las diversidades viven de manera diferenciada los efectos de la pandemia. En esta línea, mientras en el año 2020 el informe de Brecha de Género del Foro Económico Mundial reportó que hacían falta 99,5 años para superar la brecha de género en el mundo, el mismo reporte en 2021 registró un inédito aumento de la brecha, alejando la meta a 135 años, y de paso revelando la desoladora huella que la pandemia del COVID-19 ha dejado en millones de mujeres y niñas alrededor del mundo[13].

Frente a estos nuevos desafíos, los países han reorientado esfuerzos y adecuado sus agendas para priorizar necesidades permanentes y emergentes, producto de la pandemia. Abordar esos retos demanda el fortalecimiento de la cooperación y, particularmente, de los espacios multilaterales, para asegurar el acceso a vacunas y suministros, además de visibilizar las condiciones de vulnerabilidad acordes a la realidad de cada Estado.

Entre muchos otros factores, la crisis generada por la pandemia del COVID-19 impactó negativamente en la ocupación y en las condiciones laborales[14] de las mujeres en América Latina y el Caribe, generando un retroceso de más de una década en los avances logrados en materia de participación laboral según la Comisión Económica para América Latina (CEPAL)[15]. Durante esta crisis, diversos estudios revelan que se ha intensificado todo tipo de violencia contra las mujeres y las niñas, quienes se han encontrado en mayor riesgo de sufrir

[13] World Economic Forum. (2021). Según un estudio, la pandemia hace retroceder la igualdad una generación. Recuperado de https://es.weforum.org/press/2021/03/segun-un-estudio-la-pandemia-hace-retroceder-la-igualdad-una-generacion/

[14] De acuerdo al estudio "Impacto de la crisis económica por Covid-19", del Instituto Nacional de Estadísticas (2021), en 2020, el porcentaje de mujeres chilenas que dejó de buscar trabajo se incrementó en 593%. Disponible en: https://tinyurl.com/2p97675p

[15] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Informe Especial COVID-19 N°9: La autonomía económica de las mujeres en la recuperación sostenible y con igualdad.

violencia de pareja y otros tipos de violencia doméstica[16]. Asimismo, las mujeres y niñas han visto peligrar su acceso a la salud sexual y reproductiva frente a las limitaciones de movilidad y de atención en centros de salud, producidas por la pandemia. Tan solo en Chile disminuyeron en un 51% las atenciones en salud sexual y reproductiva, en relación con períodos Enero-Junio 2019[17]. Sumado a lo anterior, mujeres y niñas han visto multiplicadas sus responsabilidades de cuidado, dedicando hasta 9,6 horas más que sus contrapartes varones a tareas domésticas en el hogar durante la pandemia, en comparación con un promedio de 3 horas más con anterioridad a la crisis sanitaria[18].

Ante estas evidentes disparidades, la articulación de los estados, a través de organismos multilaterales, regionales y agendas nacionales, es fundamental para generar alianzas estratégicas que faciliten cómo abordar estas realidades. La diplomacia cumple un rol fundamental en establecer puentes para una colaboración activa, complementando la perspectiva interestatal con aquella *multistakeholder*.

Las brechas en el mundo digital

Asimismo, la transformación laboral al teletrabajo y la nueva ola de digitalización no llegó a todos y todas por igual. La brecha digital en el acceso al uso de medios tecnológicos no solo tiene una variante socioeconómica, sino que también un claro factor de género. Por una parte, las mujeres y niñas tienen una propensión más alta a condiciones de vulnerabilidad y pobreza, por lo que también tienen menos posibilidades de acceder a dispositivos y servicios digitales[19]. Sumado a lo anterior, la carga de trabajo doméstico y de cuidados históricamente relegada a las mujeres ha provocado que tengan un tiempo libre limitado en el cual hacer uso de dispositivos digitales y desarrollar habilidades digitales. Condiciones como estas han provocado una intersección entre pobreza, brecha digital y desigualdad de género, dejando a las mujeres en una posición significativamente

[16] ONUMujeres La pandemia en la sombra: violencia contra las mujeres durante el confinamiento. Recuperado de: https://www.unwomen.org/es/news/in-focus/in-focus-gender-equality-in-covid-19-response/violence-against-women-during-covid-19.
Ver además: CEPAL. (2020). Enfrentar la violencia contra las mujeres y las niñas durante y después de la pandemia de COVID-19 requiere financiamiento, respuesta, prevención y recopilación de datos. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46422/5/S2000875_es.pdf y ACNUR. (2020). Alza de la violencia de género durante los confinamientos. Recuperado de: https://www.acnur.org/noticias/historia/2020/11/5fbf1d804/alza-de-la-violencia-de-genero-durante-los-confinamientos.html

[17] Corporación MILES. (2020). Acceso a salud reproductiva y sexual durante la pandemia. Recuperado de https://mileschile.cl/cms/wp-content/uploads/2020/12/Acceso-a-salud-sexual-y-reproductiva-durante-la-pandemia-1.pdf

[18] Centro de Estudios de Datos y Longitudinales de la Universidad Católica. (2020). Estudio Longitudinal Empleo-Covid19: Datos de empleo en tiempo real. Recuperado de: https://www.uc.cl/site/assets/files/11364/presentacion-estudio-empleo-covid19-13082020.pdf?it=site/efs/files/11364/presentacion-estudio-empleo-covid19-13082020.pdf

[19] Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL). (2021). Barómetro de la Brecha Digital Social. Recuperado de: https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ppt-barometro-brecha-jun2021.pdf. Ver además: BID. (2020). ¿Desigualdades en el mundo digital? Brechas de Género en el Uso de las TIC. Recuperado de: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Desigualdades_en_el_mundo_digital_Brechas_de_g%C3%A9nero_en_el_uso_de_las_TIC.pdf

desigual para poder participar de igual a igual dentro de una sociedad digital[20].

Abordaje global y multidisciplinario: Foro Generación Igualdad

Como estrategia para abordar las desigualdades de género profundizadas por la pandemia, entre ellas aquellas digitales, en marzo de 2021 ONU Mujeres, los gobiernos de Francia y México y agrupaciones de la sociedad civil convocaron el Foro Generación Igualdad, espacio de cooperación internacional que tiene como objetivo implementar un Plan de Aceleración Global para la Igualdad de Género de cinco años, a través de seis Coaliciones para la Acción, en seguimiento de los acuerdos tomados hace 25 años en la Conferencia de Beijing, referente normativo base para las discusiones actuales en materia de género. Chile participa dentro de este Foro como uno de los líderes de la Coalición para la Acción sobre Tecnología e Innovación para la Igualdad de Género, la cual se propone como uno de sus objetivos principales reducir a la mitad la actual brecha digital de género para 2026.

El Foro Generación Igualdad marcó un punto histórico al congregar a gobiernos, líderes feministas, jóvenes activistas, corporaciones, sector privado y la sociedad civil a fin de concretar inversiones, programas y políticas con el objetivo de acelerar la igualdad, el liderazgo y las oportunidades para mujeres y niñas en todo el mundo.

El Foro tuvo su primer hito en la Ciudad de México del 29 al 31 de marzo de 2021 e involucró a más de 13.000 participantes y 250 panelistas de 85 países[21]. Durante esta instancia se conformaron 6 coaliciones para abordar temáticas específicas: i) Violencia de género, ii) Justicia y derechos económicos; iii) Autonomía sobre el cuerpo, derechos y salud sexual y reproductiva; iv) Acción feminista para la justicia climática; v) Tecnología e innovación para la igualdad de género; y, vi) Movimientos y liderazgos feministas. Cada una de estas Coaliciones está integrada por líderes, quienes participaron en el desarrollo de las hojas de ruta de cada iniciativa, y *aliados comprometidos*, los cuales pueden ser parte de organizaciones de mujeres y feministas, organizaciones dirigidas por jóvenes y otros actores de la sociedad civil, gobiernos, filantropías, organizaciones internacionales, empresas del sector privado y otros. Aunque ambas figuras tienen un rol clave en el desarrollo conjunto de las coaliciones, los líderes de la Coalición de Acción realizan compromisos a cinco años, mientras que los *aliados comprometidos* pueden establecer un compromiso por un mínimo de un año (prorrogable). En este marco, el innovador y multidimensional trabajo de las Coaliciones es guiado por tres principios centrales: interseccionalidad,

[20] Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA). (2021). La brecha digital también es una barrera para las mujeres en Latinoamérica. Recuperado de: http://www.sela.org/es/prensa/servicio-informativo/20211015/si/76424/la-brecha-digital-tambien-es-una-barrera-para-las-mujeres-en-latinoamerica#:~:text=15%20de%20octubre%20de%202021,-Fuente%3A%20https%3A%2F%2F&text=A%20las%20m%C3%A1s%20conocidas%20desigualdades,no%20acceden%20a%20la%20conectividad.

[21] Foro Generación Igualdad. Foro Generación Igualdad: Ciudad de México. Recuperado de https://forum.generationequality.org/es/foro-generacion-igualdad-ciudad-de-mexico

liderazgo feminista y transformación. Además, los compromisos deben configurarse de acuerdo con los siguientes criterios: (a) transformador (b) escalable; (c) medible; y (d) preferentemente llevado a cabo de forma multiactor[22].

El Foro híbrido en México tuvo como foco la creciente preocupación por cómo la pandemia por COVID-19 ha exacerbado la crisis de igualdad de género, lo que hace que la acción y la inversión en los derechos de las mujeres sea más fundamental que nunca[23].

La siguiente fase del Foro se centró en la recopilación de acciones y compromisos para la igualdad de género que se anunciaron en París entre el 30 de junio y el 2 de julio de 2021. Nuevamente, la convocatoria fue destacable, contando con la participación de casi 50.000 personas. Asimismo, se anunciaron compromisos audaces en materia de igualdad de género, incluidos 40.000 millones de dólares de inversiones comprometidas y el lanzamiento de un Plan de Aceleración Global a cinco años para lograr avances irreversibles hacia la igualdad de género e impulsar la agenda acordada hace 25 años en Beijing.[24]

El rol de Chile

Chile es uno de los países líderes de la Coalición de Tecnología e Innovación para la Igualdad de Género, en conjunto con Armenia, Finlandia, Ruanda y Túnez. También participan en ese esquema actores clave como la Fundación Rockefeller, Microsoft, Salesforce, Koç Holding, Digital Grassroots, Global Fund for Women, Social Builder, A+ Alliance, Unicef y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Con la visión de generar igualdad de oportunidades para mujeres y niñas respecto a la tecnología, diseño e innovación, se proponen cuatro ejes de acción para 2026:

i) reducir a la mitad la brecha digital de género entre generaciones acelerando el acceso significativo a las tecnologías digitales y la alfabetización digital universal;
ii) aumentar las inversiones en tecnología e innovación feministas en un 50 % para apoyar el liderazgo de las mujeres como innovadoras y responder mejor a las necesidades más apremiantes de las mujeres y las niñas;
iii) duplicar la proporción de mujeres que trabajan en tecnología e innovación mediante la creación de nuevas redes y puntos de referencia para transformar los ecosistemas de innovación y;
iv) la implementación por parte de los países y empresas, de políticas y soluciones contra la violencia de

[22] Foro Generación Igualdad. (2021b). Action Coalitions. Recuperado de https://forum.generationequality.org/action-coalitions

[23] Asimismo, como hito en su cierre, a través del Instituto Nacional de las Mujeres de México, y en asociación con ONU Mujeres, se lanzó la Alianza Global por los Cuidados, con el objetivo de impulsar acciones concretas que promuevan una cultura de transformación que reconozca, reduzca y redistribuya los cuidados, generando una sociedad corresponsable.

[24] Foro Generación Igualdad. (2021c). Foro Generación Igualdad Paris. Recuperado de https://forum.generationequality.org/es/foro-generacion-igualdad-paris

género y la discriminación en línea y facilitada por la tecnología[25].

Durante el Foro en París, Chile anunció dos compromisos en línea con su liderazgo de la Coalición para la Acción en Tecnología e Innovación. En primer lugar, la publicación de la primera Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y su plan de acción "50/50 para el 2030", cuyo fin es que Chile alcance la paridad de género en estos rubros para el 2030. En segundo lugar, se anunció la puesta en marcha de la Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe, impulsada en el marco de la Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe de la CEPAL. Bajo esta Alianza se comprometieron dos acciones: i) desarrollar la plataforma virtual colaborativa TodasConectadas; y, ii) impulsar programas nacionales para mejorar el acceso de las mujeres a las tecnologías digitales, con el apoyo técnico-político de la CEPAL.

Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

En Chile, un 50% de los padres espera que sus hijos se desempeñen en áreas vinculadas a la ciencia, tecnología, ingeniería o matemática, mientras que solo un 16% de ellos espera lo mismo de sus hijas[26]. A lo anterior se suma la falta de visibilización de mujeres en la investigación como referentes, lo que influye en el hecho de que las niñas pierdan el interés por las ciencias en la enseñanza básica, y no lo recuperen a menos que se implementen intervenciones adecuadas. Las niñas en Chile ya a los 15 años se perciben a sí mismas como peores para las matemáticas y ciencias en comparación a los niños de su clase y reportan tener un mayor temor al fracaso. Con estos antecedentes, no es de extrañar que solo un 28% de los estudiantes matriculados en carreras de ingenierías y ciencias el 2020 en Chile sean mujeres[27].

En este marco, la Primera Política para la Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y su Plan de Acción, lanzada en septiembre de 2021, busca hacer frente a esta realidad para abordar la brecha de género en ciencias como un desafío país y, mediante una hoja de ruta, avanzar decididamente en la remoción de barreras que impidan la participación y el desarrollo de niñas y mujeres en la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

Para su diseño, esta política contó con la realización de más de 20 mesas de trabajo intersectorial y multiactor por medio de un proceso participativo entre marzo de 2019 y de 2020. En un primer período, de marzo a septiembre de 2019, se diseñó el marco conceptual para la elaboración de la política con la participación y el apoyo de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de

[25] Action Coalition Technology and Innovation for Gender Equality. (2021). 25 years since the World Conference on Women in Beijing, the world has witnessed two things: a global digital revolution and not a single country having achieved gender equality. Recuperado de https://techforgenerationequality.org/about/#:~:text=Thes e%20Action%20Coalitions%20are%20the,for%20women%20and%20girls%20worldwide

[26] Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2020). Radiografía de Género en CTCI.

[27] Ibíd.

Innovación para el Desarrollo (CNID), Conicyt (actual Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), el Ministerio de Educación, el Ministerio de Hacienda, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, y el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, además del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y un grupo acotado de especialistas externos. En una segunda etapa, de octubre de 2019 a enero de 2020 se realizó un proceso de diálogos y conversaciones abiertas con la modalidad multiactores, macrozonales, técnicos y autogestionados, los cuales llegaron a convocar a 1.027 participantes a través de más de 10 encuentros y 79 informes. En una tercera etapa durante enero-marzo de 2020 se redactó la Política Nacional con base a los insumos generados y experiencias compartidas en el proceso previo. Finalmente, la Propuesta de Política fue aprobada por el Presidente de la República[28].

La Política Nacional de Igualdad de Género en CTCI, está organizada en torno a cuatro objetivos elaborados a partir de insumos recogidos en múltiples instancias, que incluyeron una consulta pública de escala nacional, decenas de mesas de trabajo con personas del sistema de CTCI de todo el país, colaboración con diversas organizaciones de la sociedad civil, la revisión de experiencias internacionales y buenas prácticas institucionales, y equipos de trabajo con instituciones del Estado.
Estos objetivos son:

i) Niñez inclusiva, protegida y con habilidades para el futuro: con el objetivo de promover la curiosidad, la exploración científica y la capacidad reflexiva en niños y niñas desde las primeras edades, erradicando los estereotipos de género;

ii) Sistemas de CTCI inclusivos, transformadores y responsables: con el objetivo de construir un sistema nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación más diverso e inclusivo, que vele por el acceso, desarrollo y liderazgo de las mujeres en todas las organizaciones sociales ligadas a la creación, difusión y aplicación del conocimiento.

iii) Un Estado comprometido con los datos, instrumentos y políticas para la igualdad de género en CTCI: para avanzar de manera decidida hacia la igualdad de género en CTCI resulta imprescindible fortalecer a las instituciones relacionadas con la I+D+i en su capacidad de diseñar, monitorear, y evaluar políticas de género.

iv) Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para resolver los impactos de la brecha de género en nuestra sociedad: en el marco del cual se

[28] Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2022). Proceso participativo. Recuperado de: https://www.minciencia.gob.cl/politicactci/procesoparticipativo.html

> busca promover una CTCI que nos permita comprender las brechas de género, mitigar los efectos de éstas en nuestra sociedad y contribuir con herramientas concretas para abordarlas. Así como velar que las particularidades del género en toda su diversidad sean tomadas en consideración a la hora de crear, transferir y aplicar conocimiento.

Además, este proceso contempla un plan de acción "50/50 para el 2030" compuesto por más de 30 acciones para acelerar la igualdad de género en la materia, considerando, por ejemplo, la creación de un programa de investigación científica para niños y niñas de primeras edades; un fondo de $10.500 millones para apoyar los planes institucionales para que las universidades cierren sus brechas de género en investigación; un programa de liderazgo para mujeres en la academia; un fondo de $2.250 millones para investigación asociativa en género; y $2.400 millones para desarrollo tecnológico asociado a resolver el impacto de la desigualdad de género en la sociedad. Asimismo, se compromete a la publicación anual de una radiografía de género del sistema de CTCI, junto con el desarrollo de estudios que permitan el análisis y monitoreo constante del progreso en la desigualdad de género de nuestro país, entre otras[29].

Alianza para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe

En febrero de 2021, durante la 60° Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre la Mujer en América Latina y el Caribe (ALC), las Ministras y Altas Autoridades de los Mecanismos Nacionales, bajo el liderazgo de Chile, acordaron lanzar una Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en ALC, con el objetivo de unir agendas y esfuerzos para abordar el desafío de cerrar la brecha digital de género. A través de la presidencia de dicha Conferencia, Chile impulsó esta Alianza con el objetivo de reducir las brechas de género en las tecnologías de la información y las comunicaciones en términos de acceso, desarrollo de competencias y uso por parte de las mujeres y las niñas y promover la plena participación de las mujeres en la economía digital en la región. Esta alianza fue relevada internacionalmente al ser presentada como uno de los compromisos de Chile ante el Foro Generación Igualdad de París, en el cual se sumaron importantes actores a colaborar en esta iniciativa, como son: Microsoft, quien también lidera la Coalición de Tecnología e Innovación; MasterCard, CEPAL y Eidos Global.

La Alianza tomará dos líneas de acción paralelas: en primer lugar, impulsar programas nacionales que mejoren la conectividad efectiva de las mujeres a las tecnologías digitales, con el apoyo técnico de la CEPAL; y, en segundo lugar, el desarrollo de una plataforma virtual colaborativa para

[29] Ministerio de Relaciones Exteriores. (2021). Gobierno lanza política nacional de igualdad de género para la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación y alianza regional para la digitalización de las mujeres en Latinoamérica. Recuperado de https://minrel.gob.cl/noticias-anteriores/gobierno-lanza-politica-nacional-de-igualdad-de-genero-para-la-ciencia

el desarrollo de habilidades digitales para todas las mujeres en la región.

La primera línea, liderada por la CEPAL y en coordinación con ONU Mujeres, tiene por objetivo contribuir al cierre de la primera brecha de género digital, mediante el desarrollo conjunto de programas nacionales para promover el acceso digital de las mujeres, que podrán incluir mejoras a la conectividad a internet y/o dispositivos digitales, de acuerdo con las necesidades de cada país. El llamado es a que progresivamente todos los países de nuestra región hagan los esfuerzos necesarios para alcanzar la conectividad digital efectiva de las mujeres.

En segundo lugar, la Alianza para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe, liderada por Chile, se comprometió al desarrollo de la plataforma virtual regional colaborativa "*TodasConectadas*"[30]. Esta plataforma, lanzada en enero de 2022, e impulsada por el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género de Chile, ONU Mujeres, Microsoft, Mastercard y Eidos Global, tiene por objetivo constituir un espacio de encuentro regional en donde las mujeres interesadas en el sector de T&I en la región puedan desarrollar habilidades digitales y acceder a recursos que les permitan conectarse digitalmente con otras mujeres, así como a herramientas para potenciar su empleabilidad y/o emprendimientos; con el fin de contribuir al cierre de la brecha digital de género en nuestra región.

Este proyecto está dirigido a mujeres, en toda su diversidad, que estén interesadas en potenciar sus habilidades digitales para mejorar su empleabilidad y oportunidades económicas: desde aquellas con un nivel usuario básico de competencias que quieran transformarse en ciudadanas digitales para mejorar su acceso a bienes, servicios y redes online, emprendedoras que busquen digitalizar sus negocios e ingresar a la economía digital, hasta mujeres que deseen llevar sus carreras en CT&I al siguiente nivel; así, el fin principal de esta plataforma es que se configure como un bien público en donde mujeres en toda la región puedan acceder a herramientas para ser protagonistas de la revolución digital.

Esta plataforma consta de tres secciones principales. En primer lugar, un espacio de formación, el cual contiene un catálogo de cursos completamente gratuitos y remotos enfocados al desarrollo de habilidades digitales, con recursos adecuados para los distintos niveles de usuarias. Con esta finalidad, Microsoft puso a disposición en la plataforma programas de cursos certificados por UNESCO enfocados en habilidades para el trabajo que incluyen desde competencias de ciudadanía digital (pensamiento crítico, seguridad, creatividad), habilidades transversales (comunicación efectiva, liderazgo), hasta formación en roles como representante de ventas, gestión de proyectos o marketing digital; y habilidades técnicas (programación, análisis de datos, inteligencia artificial). En segundo lugar, TodasConectadas ofrecerá un espacio de comunidad, el cual pretende ser un punto de

[30] https://www.todasconectadas.org

enlace a las distintas iniciativas existentes que conectan a las mujeres a través de la región. Por último, en la sección de oportunidades económicas, gradualmente se habilitarán mercados digitales por país, gracias al apoyo de MasterCard y sus colaboradores presentes en la región, en donde mujeres emprendedoras puedan tener una presencia digital y participar del comercio electrónico.

A través de estas herramientas, se espera que la plataforma TodasConectadas brinde oportunidades económicas a 3,8 millones de mujeres en América Latina y el Caribe. Se espera que este espacio de encuentro online ofrezca una instancia que ayude a generar una recuperación post pandemia inclusiva y que entregue a las mujeres las herramientas y recursos necesarios para que puedan ser parte de la transformación digital de nuestra sociedad en igualdad de condiciones, con un foco especial en aquellas que dependen de sus emprendimientos para seguir siendo parte del mundo laboral y tener una fuente de ingreso estable.

Próximos pasos

En este marco, el gobierno del Presidente Gabriel Boric contempla medidas que reconocen los claros efectos de la pandemia sobre la digitalización, el mundo del trabajo y la igualdad de género. En esta línea, se proponen capacitaciones que anticipan las necesidades del mercado, priorizando programas orientados a la digitalización y nuevas tecnologías con perspectiva de género.

La creación del programa Mujer Futura es parte de esta agenda, iniciativa que estará enfocada en la capacitación y educación continua de mujeres con foco en la adaptación tecnológica y la certificación en rubros con baja participación laboral femenina, en función de las necesidades y requerimientos de los distintos sectores productivos del país.

La irrupción y consolidación de la economía digital está en el centro de esta racionalidad. Ello es parte de una Política Exterior que incorpora las dimensiones transformadoras de la cuarta revolución industrial, en el posicionamiento internacional de Chile y en la implementación de políticas a partir de una "soberanía tecnológica". Una política exterior feminista debe integrar la brecha digital como un factor para generar condiciones que permitan a la mujer participar, en igualdad de derechos, en la sociedad digital. Esta es una dimensión asociada al acceso a procesos educativos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, sigla en inglés) y a la superación de profundas barreras culturales. El desafío es intervenir tempranamente para evitar la consolidación de diferencias estructurales.

Conclusiones

En el marco de una pandemia acompañada por crisis económicas y sociales que han afectado severamente los derechos de las mujeres y niñas, las alianzas multisectoriales se perfilan como una estrategia clave para entregar recursos, perspectivas y compromisos con el objetivo de acelerar el progreso de la equidad de género en diversos ámbitos, incluyendo el digital. En este marco, el Foro Generación Igualdad se convirtió en una instancia clave e histórica de colaboración y diálogo participativo,

levantando más de 2700 compromisos impulsados por más de 1.000 *aliados comprometidos*, llegando a más de 40.000 millones de dólares de inversiones en materia de igualdad de género[31].

En este espacio, la participación de Chile se enfocó en levantar acciones transformadoras para construir una sociedad más próspera, igualitaria y justa en lo relativo a tecnología e innovación. Dentro de la Coalición de Tecnología e Innovación, Chile representa y releva la experiencia Latinoamericana en cuanto a las problemáticas que la revolución digital ha traído para lograr la igualdad de género. Del mismo modo, la Alianza Regional para la Digitalización de las Mujeres en América Latina y el Caribe, y la Política Nacional de Igualdad de Género en CTCI materializan la agenda en el eje local y regional, mediante el trabajo colaborativo, multisectorial e interministerial.

Superar las brechas de género y diversas formas de exclusión de las mujeres, niñas y adolescentes en temas vinculados a la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) sigue planteando desafíos como sociedad, donde la asociatividad público-privada es clave. Estos son procesos internos, pero fuertemente relacionados a lo internacional, donde un nuevo ciclo de política exterior debe estar en condiciones de contribuir a dinamizar desarrollos transformadores.

Por ello valoramos que la Academia Diplomática incorpore en la formación estos temas, que orientan el posicionamiento de Chile en la región y en el mundo, estimulando los profundos cambios culturales que nuestra sociedad demanda.

[31] Foro Generación Igualdad. (2021). ACTION COALITIONS COMMITMENTS DASHBOARD. Recuperado de: https://commitments.generationequality.org/dashboard/data/

Igualdad de género: un compromiso desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación.

Un área fundamental para el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación es la igualdad de género. Se están haciendo algunos énfasis y presentando nuevos ejes estratégicos de la Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). En un artículo de especialistas de CEPAL de esta separata, se mencionan instrumentos referenciales que abordan los vínculos entre igualdad de género y STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por su sigla en inglés):

- el Cuarto Plan Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres 2018-2030 del ministerio de la Mujer y la Equidad de Género,
- la Política Institucional de Género 2017- 2025 de ANID,
- la Política Nacional de Igualdad de Género para la Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación,
- el Plan de Acción "50/50 para el 2030", del ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Este gobierno se ha definido como feminista, lo que refleja un compromiso de Estado con la profundización de las políticas de género y la priorización, en esta etapa, de acciones en el ámbito orgánico, a partir de tres pilares institucionales:

- primero, la Mesa ministerial de Igualdad de Género, Diversidades e Inclusión;
- segundo, la creación de la Unidad de Género;
- por último, la ampliación del Consejo de la Política Nacional de Igualdad de Género.

El pasado 3 de agosto, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación presentó la Mesa de Igualdad de Género, Diversidades e Inclusión, actividad que contó con la presencia de la Ministra de la Mujer y la Equidad de Género, Antonia Orellana; la Subsecretaria de CTCI, Carolina Gainza; y la Directora (s) de la ANID, Alejandra Pizarro.

Esta instancia tiene como tarea fundamental establecer una gobernanza interna para transversalizar el enfoque de género y diversidades en cada una de las políticas, programas, acciones e iniciativas generadas por la institución. Precisamente, una de sus principales tareas es la actualización de la Política de Igualdad de Género en el ecosistema de CTCI, la que incorpora medidas para enfrentar la violencia basada en género e incluyendo a las diversidades y disidencias sexuales y de género.

Junto a funcionarias y funcionarios del Ministerio, en este trabajo también participan representantes del Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, la Subsecretaría de Educación Superior, la Asociación Red de Investigadoras y la Red de Historiadoras Feministas, entre otras.

Igualmente, se profundizarán las transformaciones estructurales que vayan más allá de acortar brechas, fomentando la coordinación intersectorial y de las redes del sistema que abogan por la igualdad de género. De esta forma, se aumentan los recursos para que las instituciones promuevan una cultura de equidad de género, como los proyectos de Innovación en Educación Superior en Género (InES). Se incluyen, también, la dimensión de género en todas las bases y convocatorias a concursos, estableciéndose nuevos criterios de evaluación de productividad que consideren las especificidades de género y abran cupos especiales de inclusión.

Estas medidas permitirán establecer las bases para alcanzar un desafío de mediano y largo plazo: la incorporación de la perspectiva de género en todas las áreas del conocimiento.

Llevar la Política de Igualdad de Género en CTCI hasta las realidades de cada macrozona de MinCiencia es una manera de visibilizar los desafíos que enfrentan quienes hacen ciencia en Chile, desde las singularidades del territorio.

Promover mujeres destacadas en CTCI, construir un relato de género, la conformación de mesas de género en el ámbito académico con la participación de la comunidad de investigadoras nacionales, son algunas de las actividades que muestran el rol clave de equidad de género en el desarrollo de CTCI. La idea es incorporar las particularidades macrozonales en el reforzamiento de la CTCI, para proponer, crear y adaptar iniciativas que favorezcan el cierre de la brecha de género en las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC).

La Política Exterior Feminista implica un compromiso mayor con la igualdad de género, ofreciendo un replanteamiento profundo en torno a la manera de mirar la participación de la mujer en la sociedad. Abre espacios para contribuir al desarrollo de las mujeres y de las niñas en todas las disciplinas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, en el contexto de procesos científicos crecientemente internacionalizados. Allí, la colaboración bidireccional entre el norte y el sur globales es un imperativo.

Apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) convoque a estas reflexiones movilizando a actoras y actores de la ciencia y el conocimiento. Asi se estimulan nuevas formas de entender y hacer diplomacia para posicionarse en los escenarios actuales en clave de género, siempre con capacidad prospectiva y transformadora.

Mujer, ciencia y emprendimiento: experiencias desde la biotecnología

Pamela Chavez Crooker[32].

Hace algunos meses, la Academia Diplomática (ACADE) me extendió una invitación para compartir reflexiones, en torno a diferentes dimensiones de la vinculación entre ciencia y sociedad, además de la conformación y desarrollo de Empresas de Base Científico – Tecnológicas (EBCT). Es claro el interés en conocer cómo mujeres emprendedoras, progresivamente, se han transformado en referentes y cómo la sociedad debe asumir las condiciones en las cuales ellas se insertan, en el proceso de generación de conocimiento.

Pues bien, a partir de mi temprana vinculación con la ciencia, quisiera compartir que este es un camino no exento de obstáculos, lo que demanda entusiasmo y "creerse el cuento", en breve, que es necesario aprovechar las múltiples oportunidades que presenta el ecosistema nacional de innovación, en sus ámbitos locales y globales. Intervenir en esos espacios, requiere cambios culturales: es necesario entender que las EBCT pueden apoyar el desarrollo nacional, de manera considerable.

En estas líneas, les comparto experiencias, como emprendedora biotecnológica, convencida del aporte que tanto la política exterior como la diplomacia pueden hacer para facilitar la inserción en las redes del conocimiento y en cadenas globales de valor. Estos son espacios donde la ciencia, la tecnología y la innovación tienen un potencial transformador para el desarrollo integral de nuestro país.

La ciencia: una vivencia temprana.

Desde mis 14 años, supe que iba a ser científica, gracias a otras mujeres que inspiraron mi camino. Conocí, en esa etapa, el método científico y me impresionó lo práctico que resulta responder una pregunta o hipótesis, con una herramienta tan poderosa como un laboratorio de investigación. Allí surgió una permanente curiosidad por el conocimiento, por responder más preguntas y, con ello,

[32] Ingeniero en Acuicultura de la Universidad de Antofagasta; Master en Ciencias en Microbiología Acuática y Doctorado en Microbiología Molecular y Biotecnología de la Universidad de Kyoto, Japón. Post Doctorado en Fisiología Celular en Metales Pesados de la Universidad de Hawaii at Manoa, USA. Ella cuenta con diversos diplomados, cursos y especializaciones vinculados a las tecnologías, la innovación, el liderazgo y los negocios. Ha escrito más de 25 papers científicos y desarrollado 23 patentes nacionales e internacionales.
Empresaria y emprendedora biotecnológica. Fundadora de tres Empresas de Base Científico - Tecnológicas (EBCT), especializadas en la generación de nuevos productos biotecnológicos para la minería y los recursos hídricos en el Norte de Chile: Biotecnologías Antofagasta Ltda. (2005), Aguamarina SA (2007) y DOMOLIF SpA (2020).
En 2010, ella es seleccionada como Emprendedora Endeavor, recibe el Premio Avonni El Sol en 2015 y en el 2018 el "Avonni" en Minería y Metalurgia. Reconocida en 2011, 2015, 2016, 2017 y 2018 dentro de las 100 Mujeres Líderes y en 2022 recibe el Premio Women In Mining dentro de las 100 mujeres líderes en minería.

resolver problemas: preocupaciones propias de la ciencia.

Imaginariamente, siempre tuve una carrera contra el tiempo, como los atletas que se esfuerzan por mejorar, constantemente, sus marcas. Así, la ciencia se convirtió en mi deporte, el laboratorio en mi gimnasio y mis ponencias en congresos y publicaciones, se transformaron en mis olimpiadas. Los reconocimientos comenzaron a llegar a los 15 años y abrieron las puertas de los viajes y las aventuras, los idiomas y las posibilidades de convertirme en algo más de lo que la sociedad esperaba de esta niña. Como en el deporte, se debe entrenar duro, tener disciplina y una pasión inconmensurable para saltar todos los obstáculos, mejorar los rendimientos y llegar a ser un deportista de elite.

Escribí mi primera publicación a los 18 años, cuando estaba en segundo año de Ingeniería en Acuicultura, de la Universidad de Antofagasta. Lo hice en español porque sólo sabía un poco de alemán y casi nada de inglés. Más tarde sabría que el dominio de la "lengua" de Shakespeare es fundamental para comunicar la ciencia. Las figuras de este trabajo fueron dibujadas a mano y si bien a nadie le importó, más que a mí, ese fue mi primer triunfo.

Hasta ese momento, ningún estudiante de Ingeniería en Acuicultura de la Universidad de Antofagasta había publicado su Seminario de Título: mi Informe se convirtió en mi segunda y tercera publicación, que, probablemente, también pasaron inadvertidas. Era una carrera en silencio y tampoco eran grandes publicaciones en connotadas revistas científicas. Pero fueron informes claves para mi carrera científica puesto que me permitieron optar a una beca de postgrado. En aquella época, sólo existían becas de nuestra Agencia de Cooperación Internacional (AGCI), lo cual me permitió postular a diferentes países. Afortunadamente, obtuve una beca del Gobierno de Japón (*Mombusho*), siendo admitida como candidata de estudios de postgrado en la Universidad de Kyoto.

La ciencia como opción de vida.

Kyoto University fue mi mayor desafío pues no sólo debía aprender japonés para cumplir con los requerimientos del programa, sino que además me encontré con una cultura extraordinariamente madura, sabia, con un profundo sentido del respeto y de la disciplina. Esta es una sociedad que le cree a los números y a la ciencia, donde la tecnología brota cada día y la innovación se respira en un entorno fascinante de respeto a lo tradicional y admiración por lo nuevo.

Para mi sorpresa, mi laboratorio sólo contaba con investigadores hombres y en toda la facultad (800 estudiantes) no había ni una sola profesora mujer. Los profesores de la Universidad de Kyoto, también se encuentran en una carrera, pero esta tiene otra "escala": sus Olimpiadas son los Premios Nobel, en el cual cada laboratorio sabe que puede convertirse en el próximo galardonado del Nobel. Entonces, no cambia el deporte, pero sí la exigencia. Sin embargo, conviene preguntarse ¿qué es el Premio Nobel, si no otra manera a través de la cual generar un impacto para el bien de la humanidad? En el fondo, se trata de una carrera con plena conciencia de que la

investigación que hacen las científicas y científicos puede o tiene la posibilidad de contribuir al bien la humanidad.

Entonces, el propósito de la pasión por la ciencia aparece limpio y claro en la razón de la existencia de un científico. ¿Podría, cada uno de nosotros, pensar que tenemos algo en qué contribuir en ese impacto? Más allá de la publicación científica, ¿podemos ser parte de una mirada más generosa y ambiciosa a la vez, acerca del bienestar y el desarrollo de una sociedad? ¿Cuál es el rol de los científicos en nuestra sociedad?

Las EBCT: una nueva realidad

Cuando terminé mis estudios de postgrado, volví a mi ciudad de Antofagasta y a la Universidad, pero ahora como Profesora. Cuando regresé el desafío era inmenso, puesto que no tenía oficina y menos un laboratorio: me tocaba construir desde cero. Intenté postular a los fondos públicos existentes en ese momento y, afortunadamente, la biotecnología recién nacía en Chile.

Si bien pude gestionar postulaciones a muchas convocatorias de fondos, ninguno era equiparable a "ganarse" fondos provenientes del *Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico* (FONDECYT), para investigaciones que conduzcan a nuevos conocimientos o aplicaciones tecnológicas. Este debe ser el concurso más prestigioso para hacer ciencia a nivel nacional. Curiosamente, para mi propósito, FONDECYT era el que menos me servía pues necesitaba muchos más recursos de los que asignaba a proyectos de investigación.

Durante este periodo, muchas compañías de la zona se acercaron a mi oficina con diferentes problemas o desafíos, todos, por cierto, interesantes desde el punto de vista de la biotecnología. Entonces, ¿puede una joven doctora en ciencias e investigadora sacrificar el "podio máximo" de triunfo de la ciencia chilena, como es la obtención de un FONDECYT, por un fondo para desarrollar proyectos de innovación tecnológica?

Al parecer la respuesta no era tan obvia, puesto que la Universidad, en ese momento, no consideraba como investigación científica a un proyecto realizado para solucionar problemas de industrias y, menos aún, si el proyecto se ejecutaba con la industria. Sin embargo, los montos de adjudicación eran 10 veces más grandes. Hacer un emprendimiento científico era considerado una dicotomía: o eres científico, o eres empresario. Nadie conocía las EBCT, no existía ni siquiera el nombre.

Sólo pocas personas, provenientes del mundo de la ciencia, se habían atrevido a emprender. Recuerdo que el Dr. Pablo Valenzuela tenía el concepto muy claro, pues una de sus investigaciones, que desarrolló durante su paso por California, se convirtió en un producto biotecnológico con alto potencial comercial. Ello me incentivó a visitar sus instalaciones, con la fortuna de que también me visitara en Antofagasta: se convirtió de cierta forma en un *role model* para mí. Alfredo de Iovannes fue otro de mis referentes pues había creado un producto biotecnológico, que se desarrolló en Chile y que fue comercializado en Estados Unidos. También conocí a la Dra. Jenny Blamey

quien, junto a su esposo, crearon la Fundación Biociencia, la cual constituyó un paso extremadamente valiente para impulsar un laboratorio externo a una Universidad y conducir investigaciones propias.

Experiencias y trayecto como emprendedora biotecnológica.

Luego de todos estos encuentros, mi posición en la Universidad se convirtió en algo incómodo: mientras más desarrollaba mis líneas de investigación y de desarrollo, más problemas se generaban. Entonces, después de casi una década, decidí tomar el mismo camino que estos valientes científicos y generar mi propio ecosistema para, de esta manera, definir mi propia carrera como científica y, por ciento, como emprendedora.

En 2005, fundé mi primera empresa: Biotecnologías Antofagasta. En ese momento, estaba trabajando en la Universidad todavía, pero la expresidenta Michelle Bachelet se encontraba en plena campaña de lo que se transformaría, en 2006, en el primer gobierno en la historia de Chile dirigido por una mujer. Recuerdo que la expresidenta, en ese momento, instaló el concepto de que el punto de partida de las mujeres no es igual y que partimos siempre bastante más atrás. Era necesario favorecer con herramientas a las mujeres para tener alguna oportunidad de competir. Me sentí en sintonía con el concepto, pues, de cierta manera, me estaba pasando algo parecido ya que mi carrera tenia cada día más obstáculos innecesarios.

En esta primera empresa, logré comprender el valor de las ideas y el potencial que pueden llegar a tener las EBCT. Primero, porque mientras desarrollábamos las ideas para hacer una prueba de concepto, aparecieron varios inversionistas interesados en ser parte de la empresa. Luego de poco más de un año y medio, llegó una oferta atractiva de compra, justo cuando la empresa comenzaba a crecer, habiendo obtenido una patente y algunos premios. Finalmente, vendí la empresa, que se trasladó a Santiago, pensando en continuar con mi carrera científica en la Universidad. Sin embargo, luego de algunos meses, se acercó un segundo inversionista interesado en crear una segunda empresa EBCT, invitándome a formar Aguamarina en 2007.

En enero del 2008, me convertí, con dedicación exclusiva, en *Chief Technology Officer* y cofundadora de Aguamarina[33], con un poco más de experiencia. Inicié, en ese momento, una aventura que duraría 13 años aproximadamente. Durante este tiempo, iniciamos nuestras actividades con fondos de un concurso para proyecto de innovación de CORFO y, rápidamente, tuvimos que generar

[33] Algunos de los principales desarrollos biotecnológicos de Aguamarina.

- BioSeal: Un producto biotecnológico para controlar el material particulado en caminos mineros. Basado en microorganismos y economía circular, el producto permite un 85% de eficiencia con un ahorro de un 50% de agua respecto a lo utilizado en la industria. Es el primer producto verde para el control de polvo.
- BioRoad: Un producto para generar capeta estructural de caminos de servicios. Las mismas características que BioSeal.
- Green Tailings: Un producto biotecnológico que permite hacer depositación en sólido de los relaves mineros. Mejorando la recuperación de agua y entregando gran seguridad al medio ambiente.

un modelo de negocios que entregara a la empresa suficiente sustentabilidad para continuar creciendo.

Aguamarina fue mi principal escuela de negocios. Gracias a ella, desarrollé más de 20 patentes de invención y 3 tecnologías que tienen aplicaciones reales y concretas en la industria[34]. Hoy, me encuentro en mi tercer emprendimiento, Domolif[35], que estoy desarrollando con Andrea Contreras y Johanna Obreque.

Junto a mis colegas, decidimos dibujar nuestro futuro solas, con nuestros talentos, virtudes y defectos, desde la convicción de que juntas podremos seguir llevando, con convicción, las más diversas disciplinas de la ciencia y del conocimiento, a un producto que mejore la calidad de vida de las personas y desarrolle una minería más verde, más sustentable y más eficiente. Hoy preparamos tres patentes para tres tecnologías que resuelven problemas de clase mundial, tenemos la convicción que estas nuevas tecnologías saldrán al mundo para mejorar la calidad tanto de los procesos como de la vida de muchas personas en la industria minera.

Principales aprendizajes

- Las EBCT, fundamentales para el proceso de "maduración" de las innovaciones tecnológicas.

Durante el camino de desarrollo de Domolif como una EBCT, el ecosistema en general conoció diversos casos de éxito. Tan solo pensemos en Cornershop o en The Not Co. Tradicionalmente, se espera que las universidades en general resuelvan un problema de la industria a través de la aplicación del conocimiento, para lo cual estas han creado "Oficinas de Transferencia Tecnológica", pensando que ese conocimiento era, en sí, una tecnología transferible.

Sin embargo, una lección que he compartido en las mesas del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo o en el mismo Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación, es que el conocimiento desarrollado, producto de la investigación que efectúan las universidades, alcanzan una primera validación fundamental en condiciones de laboratorio o en un entorno relevante[36]. Para lograr que ese conocimiento se convierta en una

[34] De acuerdo al Índice de Madurez Tecnológica (*Technology Readiness Level*, en inglés), estas se encuentran en el Nivel 9, lo cual corresponde a un "*Sistema probado y operando con éxito en un entorno real*". Disponible en: http://investigacion.manizales.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_manizales/docs/Convocatorias_Internas/Anexo_1_TRL.pdf

[35] Algunos de los principales desarrollos de Domolif:

- ZeroSi: El primer producto y tecnología que permite eliminar la sílice desde la fuente de emisión. Entrega una herramienta concreta para el control y erradicación de la silicosis en el mundo.
- BioConcrete: Un producto para la fabricación de materiales de construcción en base a material de relave. Considerado un producto de economía circular.
- NanoFloc: Un producto especializado en la separación de agua desde los relaves mineros.

[36] De acuerdo al Índice de Madurez Tecnológica (*Technology Readiness Level*, en inglés), ello correspondería a una situación entre los Niveles 4 "*Validación de componentes/subsistemas en pruebas de laboratorio*" y 5 "*Validación de los sistemas, subsistemas o componentes en un entorno relevante*". Disponible en: http://investigacion.manizales.unal.edu.co/fileadmin/recurs

tecnología con aplicaciones reales y seguir avanzando a los siguientes Niveles de Madurez Tecnológica (TRL, sigla en inglés), se debe consolidar el aporte de las EBCT en los ecosistemas nacionales de innovación.

- La asociatividad academia-industria, a través de la generación de conocimiento.

Para construir una industria del conocimiento y basar la economía en productos más sofisticados, las EBCT tienen un papel clave en generar las condiciones para que el conocimiento científico y la innovación tecnológica encuentren "nichos" que posibiliten la penetración de mercados, la solución de problemas de la industria y, por cierto, la generación de nuevos ecosistemas para proseguir hacia aplicaciones innovadoras, rondas de levantamiento de capital y conocimiento en torno a la experiencia de usuario.

Las EBCT se encuentran en el centro de la asociatividad academia-industria. La posibilidad de formar EBCT debe estar siempre presente en toda investigación científica, así como también la atracción de fondos internacionales para proseguir con la investigación y ganar partes de mercado. La participación en rondas para levantar capital son los "juegos olímpicos" de toda emprendedora de base científico-tecnológico.

- La proyección internacional de las EBCT, un instrumento habilitante de la imagen-país: el desafío de generar nuevas formas de diplomacia.

La relación de Chile con el ecosistema internacional que se ha formado desde las industrias del conocimiento es vital para fortalecer el ecosistema local. Nuestro país debe también pensar en las posibilidades reales de aprovechamiento a nivel nacional al invertir en atracción de talento, formación de capital humano avanzado e instalación de centros científico-tecnológicos internacionales.

Allí, un punto de inicio es la consideración de que las EBCT deben estar en condiciones de colaborar y suscribir alianzas con centros internacionales para fortalecer las competencias locales. Este es un ámbito donde nuestra política exterior y la acción diplomática juegan un rol clave para difundir el atractivo de invertir en EBCT chilenas, facilitando la llegada de especialistas, para la instalación de capacidades para el desarrollo de conocimiento científico de frontera, para impulsar el desarrollo de nuevos productos y atraer capitales internacionales. También, un ámbito no menor es que la negociación de acuerdos, regulaciones e instrumentos a nivel local, regional y multilateral debe siempre tener en consideración el fomento de la competitividad de nuestras EBCT en todas las industrias. La reacción temprana ante estos cambios es clave.

- Acción afirmativa para incentivar nuevos emprendimientos provenientes de emprendedoras e investigadoras.

En las EBCT, también se plantea el desafío de consolidar la inclusividad, la participación

os/direcciones/investigacion_manizales/docs/Convocatorias_Internas/Anexo_1_TRL.pdf

efectiva y la equidad, para superar brechas de género y las desigualdades, aun presentes en los esquemas CTCI. La generación de condiciones para la participación real de la mujer en ciencia sigue siendo un tema que exige intervenciones sociales. Por tanto, potenciar el talento de mujeres científicas debe ser un objetivo sociocultural predominante y un tema central de las políticas de apoyo a las mujeres en distintos espacios y por parte de diferentes actores.

Mensaje conclusivo.

Es relevante que la Academia Diplomática convoque a este tipo de reflexiones porque incorpora a la política exterior dimensiones emergentes y renovadas como el desarrollo de nuevos emprendimientos de base científico-tecnológica, que ciertamente pueden aportar a un desarrollo con participación activa de las regiones, con diversidad, inclusividad y capacidad de proyección y posicionamiento internacional. Así lo revelan varios *start-ups* que alcanzan valoraciones superiores a US$ 1.000 millones (denominados "unicornios").

Estos son todos temas que deben asociarse a una política exterior emprendedora, que responda a un nuevo ciclo, vinculando sistemáticamente una coordinación de nuestras estrategias internacionales con el desarrollo nacional. La diplomacia en sus diversas formas puede intervenir activamente en esa nueva mirada.

TREMENDAS:
Las niñas como protagonistas de la transformación social

Julieta Martínez[37], *Colaboradoras*[38] *y Equipo de Tremendas*[39].

Las niñas como protagonistas de la transformación social

"Los jóvenes son el futuro porque entienden los problemas del planeta", dijo la primatóloga, Jane Goodall, y creo que tiene toda la razón. Pero, agregaría que también, somos el presente. Esto, entendiendo que no somos meros espectadores sino protagonistas de cambios, actoras de la transformación social y una parte activa de la sociedad civil. Queremos y necesitamos ser escuchadas y tomadas en cuenta.

Desde ahí la importancia del diálogo intergeneracional y la relevancia de la interseccionalidad. Es necesario compartir visiones, conversar y debatir ideas, buscar soluciones en conjunto y centrarnos en un rediseño social desde una cadena colaborativa amplia, diversa e inclusiva.

En este contexto, las juventudes están despiertas y atentas y no quieren más barreras, particularmente las niñas. Lo menciono con conocimiento desde mi campo de acción: ellas no quieren más vallas que excluyan y marginen su voz de la ciudadanía plena.

Los niños, niñas y adolescentes (NNA) somos más del 20% de la población y las mujeres el 51%. Ello confirma la relevancia de llevar nuestras voces, por ejemplo, a nivel local en la Nueva Constitución. Los distintos sujetos políticos de la sociedad tienen que estar presentes y eso debe ser un desafío político y no meramente electoral.

Estamos viviendo profundos cambios sociales, nos golpea duro una crisis sanitaria, económica y humana que no deja espacio a la necedad, ni a prácticas autoritarias, ni mucho menos a la marginalización de una parte importante de la población: las mujeres.

Hoy, son una de las partes más vulnerables y que se ven profundamente afectadas, ya que reportan haber padecido más violencia que antes de la pandemia. Incluso, toma importancia que la brecha de género en salud mental se ha agudizado.

Época de transformaciones

Según la Asociación para la Salud Materna, del Recién Nacido y del Niño (PMNCH), actualmente el 50% de las personas de entre

[37] Fundadora de la plataforma de acción global "Tremendas" (https://wwww.tremendas.cl)

[38] Un especial agradecimiento por la contribución a la redacción de este texto a través de su testimonio a Catalina Álvarez, Catalina Calquín, Dominique Clarke, Dayanne González, Camila Maureira y Carolina Pino.

[39] Este texto recibió el aporte editorial de Sara Vidal, Directora de Comunicaciones de la Fundación Tremendas.

10 y 29 años reportan problemas para seguir estudiando, debido a una limitación en el acceso a medios tecnológicos. En algunos casos, se ha generado un declive en las reinscripciones al nuevo ciclo escolar.

Esto es alarmante y Chile no es la excepción. Es tal la gravedad del rezago, que la región se ha visto forzada a realizar ponderaciones constantes sobre la posibilidad de reanudar actividades presenciales, aún en períodos con tasas elevadas de contagios y hospitalizaciones.

Por otro lado, en América Latina y el Caribe, sólo el 33% de los jóvenes de entre 13 y 29 años sabe cómo se transmite el virus. Este desconocimiento sobre el COVID-19 y las medidas de prevención necesarias para evitar su transmisión, alertan sobre la necesidad de estrategias de información dirigidas a niños, niñas y jóvenes. Debemos recordar que el derecho a la información es un derecho "llave" para acceder a otros, como el derecho a la salud.

Si bien son datos complejos, representan también una oportunidad de atender con urgencia y evitar el crecimiento de una generación afectada por la falta de protección e información.

Estas cifras nos recuerdan la importancia de garantizar el derecho de las personas a ser escuchadas en los asuntos que les conciernen, especialmente a mujeres, niñas, niños y adolescentes. Y ahí es cuando las consultas y el diálogo intergeneracional ejercen como una herramienta imprescindible para elaborar diagnósticos integrales.

Las niñas hoy promueven una cultura equitativa e incluyente, quieren ejercer sus derechos como sujetas políticas de cambio y PUEDEN contribuir con fuerza en los procesos de transformación social.

Julieta Martínez
Fundadora de la Plataforma de acción global Tremendas

Tremendas: Potenciando el talento con sentido de niñas y adolescentes.

En 2019, nace Tremendas: esta es una iniciativa de Julieta Martínez, que, a los 15 años, impotente por no ser escuchada debido a su corta edad se juntó con un grupo de niñas activistas, movidas por la acción social y el emprendimiento. Desde entonces, supo que la clave para lograr los cambios sociales que se planteaba era el trabajo colaborativo. Esto se materializó en Tremendas, que, a través de la activación de diversas acciones, como la creación de una página web, redes sociales y la participación en distintos eventos, se posicionó como una plataforma de acción para niñas y adolescentes.

Tremendas hoy congrega a más de 1.500 niñas y jóvenes empoderadas de diversos países, que, a través de sus talentos y habilidades levantan y ejecutan proyectos de impacto social en el marco de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Durante los últimos dos años, la plataforma de acción nacida en Chile se ha activado en países de Latinoamérica y El Caribe creando una red

global de activistas, en países como Costa Rica, Panamá, Argentina, Ecuador, Bolivia y México, entre otros.

A través de la conexión y el trabajo colaborativo con diversos actores sociales, la plataforma promueve una nueva sociedad más inclusiva, consciente y colaborativa. El objetivo principal es avanzar hacia una comunidad donde las mujeres sean protagonistas en áreas determinantes para el desarrollo de las comunidades, así como también, contribuir a la formación de una sociedad que valore el talento de niñas y adolescentes, para que puedan vivir sin miedo de actuar y movilizarse por causas sociales.

Debido al crecimiento de la plataforma, en 2020 nace la Fundación Tremendas con el fin de entregar un respaldo institucional a las iniciativas de las jóvenes activistas. La Fundación se constituyó en un soporte económico, legal, de difusión y patrocinio de las iniciativas de las niñas y adolescentes, con el objetivo de posicionar y visibilizar que el desarrollo de estas es realizado por y para mujeres, desde la infancia.

Hoy la plataforma enmarca sus proyectos en siete pilares de trabajo: Género, Medio Ambiente, STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, según su sigla en inglés), Bienestar y Salud, Sociedad Inclusiva, Educación y Arte y Cultura.

Tremendas cree firmemente en iniciativas que provienen del trabajo y talento de niñas y adolescentes. Apoyar el potencial de las jóvenes es un aporte efectivo a la productividad y al bienestar de las sociedades. Tempranamente, es imperativo superar la brecha de género en el ámbito de las disciplinas STEM, abriendo nuevos espacios para la formación de las jóvenes en ciencia, como un objetivo cultural predominante de la política científica a la cual la diplomacia puede contribuir.

Climáticas y Atómicas: dos iniciativas innovadoras, de la pancarta a la acción.

Dos de los proyectos más grandes que se han implementado en Tremendas son las Academias *Climáticas* y *Atómicas*. Ambas buscan conectar con niñas, adolescentes y jóvenes de entre 12 y 25 años, residentes en Latinoamérica o El Caribe que no han encontrado espacios para descubrir sus intereses relacionados con el medioambiente o las formas de enfrentar la crisis climática, en el caso de la Academia *Climáticas*, o con las áreas de ciencia, matemática, ingeniería y tecnología, en el caso de la Academia *Atómicas*.

Climáticas, por su parte, es un programa formativo gratuito que complementa la formación académica con la gestión de proyectos de innovación social, orientando siempre el conocimiento a la práctica y acción social. Desde ahí, promueve acciones eco amigables a través de una plataforma virtual que traduce acciones personales en reducción de CO2.

Según datos de ONU MUJERES de 2018, el 80% de las personas refugiadas climáticas son mujeres y es 14 veces más probable que las mujeres mueran en catástrofes climáticas. Desde ahí, también se destaca que la educación de las niñas es la sexta solución más efectiva para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, por lo que se vuelve uno de los pilares principales y motivos para desarrollar esta academia.

En la primera versión de *Climáticas*, de la mano del área de medio ambiente, género y educación de Tremendas, participaron 584 niñas y jóvenes de 16 países y se desarrollaron 49 proyectos con un promedio de 6,2 (escala de 1 a 7) en su evaluación final. Además, en la plataforma de acciones personales se registraron 597 acciones, con las que se mitigaron 8,4 toneladas de CO2.

Ese mismo año, la academia fue seleccionada por el gobierno del Reino Unido para presentar durante dos días el proyecto y sus resultados en la COP 26 en Glasgow. Esta fue una instancia para levantar las voces del sur global mostrando el poder de la acción colectiva y la importancia de generar una comunidad climática que traspase fronteras.

Atómicas, a su vez, es una academia gratuita de 14 semanas de formación, levantada por el área STEM de Tremendas, que se divide en tres ejes formativos: Ciencias Astronómicas, Ciencias Biológicas, Tecnología y Robótica. Cada uno de los pilares tiene un nivel básico y un nivel intermedio / avanzado. Además, la iniciativa cuenta con espacios de mentoría para que las jóvenes puedan llevar a cabo proyectos de impacto social en el marco de los ODS.

Históricamente las ciencias han sido espacios masculinizados, donde las mujeres han sufrido grandes discriminaciones en una dinámica de sobrecompensación, para demostrar su valía. Esto ha llevado a que, a las niñas, desde las etapas iniciales de desarrollo académico, ya sean desde la educación inicial o la enseñanza básica, se les margine del desarrollo científico. Así, se ha construido el conocimiento durante años desde una perspectiva masculina. Ante ello nosotras nos preguntamos: ¿Cómo

podemos construir una sociedad para todos y todas si solo la mitad de la población está generando el conocimiento y las soluciones?

Es por ello que a través de *Atómicas* se busca desmitificar las ciencias, porque creemos en un mundo donde las mujeres son partícipes en todos los espacios de toma de decisión. Esto implica acercar las STEM a las niñas desde edades tempranas. En 2021, las participantes inscritas tenían una edad promedio de 17 años, un 50% eran chilenas y de ellas, el 61% provenían de regiones (no Metropolitana), el otro 50% provenían de 13 países de Latinoamérica. En total se graduaron 223 estudiantes y se desarrollaron 58 proyectos de impacto, 4 de ellos con puntuación perfecta.

La conclusión es clara: una participación temprana y efectiva de las niñas y adolescentes en temas vinculados a las disciplinas STEM es posible. Esta es una manera sustentada de contribuir a la superación de brechas, democratizando, con una inclusión real, la ciencia y el conocimiento.

Todas somos Tremendas

"Las niñas, adolescentes y jóvenes también tenemos ideas que aportar y, en asuntos de género y ciencia es importante también conocer la visión que tenemos las nuevas generaciones. Esto es porque la diversidad de experiencias y visiones enriquecen y fortalecen la toma de decisiones y lo discutido en estos espacios nos afectará eventualmente. Lamentablemente, los estereotipos que han estado preconcebidos en la sociedad continúan perpetuando la brecha de género, afectándonos aun en el presente y eso se pudo dar a conocer ayer en la mesa de diálogo, por lo que es importante recalcar que se deben de visibilizar las voces jóvenes y trabajar junto a nosotras, ya que tenemos mucho que decir". Carolina Pino, 22 años, Rancagua. Estudiante de Licenciatura en Física PUCV, Área STEM de Tremendas.

"Incorporar voces juveniles en las políticas de género del país es vital porque podemos mostrarles a las niñas que es posible soñar, que nuestros testimonios importan y, sobre todo, que la edad no es una limitación al momento de generar grandes cambios". Dayanne González, 22 años, San Antonio. Área de Salud y Bienestar de Tremendas.

"Está muy invisibilizada esta lucha y todavía hay mucho por hacer, pero desde estos espacios y las medidas concretas de inserción femenina en áreas que se nos han privado por siglos es desde donde se puede crear una diferencia". Dominique Clarke, 21 años, Osorno. Área de Cultura de Tremendas.

"La voz de niñas y mujeres en la política es algo fundamental para poder avanzar en materia de gobierno, me llena de alegría el hecho de poder compartir mis ideas y opiniones para generar un cambio positivo". Catalina Calquín, 17 años. Área de Género de Tremendas.

"Hay un porcentaje no menor de niñas, jóvenes y adolescentes que hemos crecido dentro de un sistema que no ha cambiado durante años. Pero tenemos el ánimo de hacerlo, con ideas y propuestas nuevas que en su mayoría apuntan a la inclusión y el aumento de la participación de todas las personas, independiente de su edad, lugar de origen, género o campo de interés". Camila Maureira, 21 años, Lota. Área de Género de Tremendas.

"Es muy importante abrir espacios para dialogar de las problemáticas que nos afectan a diario en cuanto a la ciencia, lograr que la lucha no se quede solo en el individualismo y comencemos a trabajar por sobre todas las cosas, en equipo". Catalina Álvarez, 19 años, Viña del Mar. Área de STEM de Tremendas.

Las niñas son el presente. Tremendas es un ejemplo de que, desde el colectivo, con empatía y desde la colaboración como base, pueden alzar la voz y generar espacios que contribuyan fuertemente en los procesos de transformación social: *¡Todas somos Tremendas!*

Nuevos tiempos requieren renovadas formas de proyectar y unir voces de niñas y adolescentes de la región y el mundo: una diplomacia feminista puede estimular la inclusión, la interseccionalidad y el dialogo intergeneracional como valores de la sociedad en la cual queremos vivir.

Apreciamos que la Academia Diplomática convoque a estas reflexiones sobre estas realidades, sueños y esperanzas porque vinculan la sociedad con nuevas formas de hacer diplomacia.

SEPARATA V:

TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y *BIG DATA*:

EJES DE UNA TRANSFORMACIÓN CULTURAL.

Nota Introductoria.

Emb. Pedro Oyarce[1][2].

Los cambios contemporáneos, que se originan desde el avance de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación (CTCI) anuncian las dinámicas de la sociedad del futuro, que ya hemos comenzado a vivir. Uno de los principales desafíos será comprender y asumir, de manera resiliente, estas realidades ante la emergencia de un nuevo ciclo de cambios exponenciales.

La Transformación Digital y el Big Data son fenómenos que conectan y movilizan virtualmente al mundo, vinculando potencialmente a millones de personas, más allá de fronteras, ideologías, regímenes políticos o nacionalidades.

El concepto de "soberanía digital", intereses geopolíticos y de poder están también presentes en este escenario, el cual es parte de una gobernabilidad en que intervienen estados y múltiples actores. Allí, se generan lógicas, donde la evidencia científica adquiere una dimensión reforzada.

Enfrentamos múltiples desafíos globales que convocan a un dialogo creciente entre ciencia y sociedad, lo que por cierto plantea interrogantes y retos que debemos asumir. Estos responden a la realidad de la ciencia, al carácter internacionalizado que ella plantea y a la necesidad de activar una cooperación política, sustentada en la ciencia y en el conocimiento.

La Academia Diplomática de Chile (ACADE) contribuye, por medio de la quinta separata, al proceso de incorporación activa de la diplomacia y la Política Exterior, en temas centrales de CTCI. Ello demanda una mayor comprensión de la necesaria complementariedad entre una realidad científica avanzada y la generación de condiciones ordenadoras, a las cuales la diplomacia debe aportar.

Esto requiere una preparación que permita disponer de capacidades científicas y diplomáticas, expresadas en capital humano avanzado, en habilidades para comprender la interface de ciencia y política, y cómo ello se materializa en las relaciones internacionales.

El poder de lo digital es un elemento que identifica a las revoluciones industriales contemporáneas y cuyo desarrollo se aceleró, en el marco de la coyuntura sanitaria del COVID-19. Variadas tecnologías como el comercio electrónico conocieron una expansión que analistas preveían para un horizonte de años: la realidad demostró la creación de nuevas plataformas de servicios de última milla y la saturación de las existentes. Nunca el acceso a capacidad de cómputo, a internet de alta velocidad y a programadores especializados ha sido más estratégico para conformar nuevos negocios y renovadas capacidades para generar valor.

[1] Abogado. Diplomático. Academia Diplomática de Chile.
[2]Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

El Subsecretario de Telecomunicaciones, Claudio Araya, plantea que el Estado de Chile ha buscado constantemente impulsar el despliegue de tecnología para la conectividad de todo el territorio, sorteando dificultades geográficas. Este es un planteamiento que tiene un alcance estratégico, pues incorpora la tecnología para el bienestar de toda la sociedad. En ese contexto, se refiere a los diversos proyectos de tendido de fibra óptica terrestre y submarina para la conexión tanto a nivel nacional como también internacional, vinculándonos con regiones como el Asia-Pacifico, el Cono Sur y Norteamérica.

Esta reflexión inicial sugiere la relevancia de la instalación de datacenters a lo largo del país. Todo ello, pensando en constituir un *hub* digital, con el desafío de desarrollar aplicaciones y servicios tecnológicos. Esto implica asumir que el tratamiento e intercambio de grandes volúmenes de datos a alta velocidad – el *Big Data* - es, crecientemente, una fuente de generación de valor, comparándola con otros procesos industriales del pasado: *data is the twenty-first century's oil (*en inglés, "los datos son el petróleo del siglo 21").

Los desafíos que presentan el diseño e implementación de estas iniciativas y proyectos exigen una mirada cada vez más integrada entre las definiciones de la política exterior y la investigación científica. Los escenarios geopolíticos son cada vez más influyentes en las opciones que se tomen ante el desarrollo de una soberanía en base al conocimiento científico.

Para traducir conceptualmente aquellas realidades que asignan un carácter estratégico al acceso y manejo de los datos, especialistas utilizan frecuentemente el término "dataesfera"[3]. Ello facilita el entendimiento de la interdependencia entre los mundos físico y digital, en el marco del ciberespacio y la producción de datos digitales. En paralelo a los desarrollos más positivos de la dataesfera, se han planteado situaciones complejas, vinculadas al ejercicio de la democracia y a la dimensión estratégica que generan las tecnologías para actores centrales del sistema internacional.

El artículo de Ginés Guerrero, Alejandro Maass, Jaime San Martin y Florencio Utreras muestra cómo, en la actual era de los datos, es crucial el establecimiento de infraestructuras críticas de almacenamiento y calculo, para tener una capacidad de simulación y de análisis. Disponer de un intercambio de datos locales de alta velocidad, insertos en redes globales, confiere dinamismo a esta revolución.

Junto a la Inteligencia Artificial, los datos están estructurando una nueva dimensión civilizatoria. Existen dos aspectos centrales que son abordados por estos autores: la capacidad de cálculo y los desafíos de las ciencias matemáticas e informáticas, dando sentido a la ciencia de los datos (*data science*).

Es claro que la generación de un ecosistema para el desarrollo de esta disciplina implica programas de formación y establecer espacios para el sector público y privado. Se

[3]Se refiere a la representación de un nuevo conjunto espacial formado por la totalidad de los datos digitales y de las tecnologías que le subyacen, al igual que sus interacciones con el mundo físico, humano y político en el cual está inserto.

trata de potenciar un mejor aprovechamiento de la *data* y articular una gobernanza, utilizando las tecnologías disponibles.

La era de los datos supone una fuerte inserción y cooperación internacional. Este tema es estratégico para la credibilidad creciente y futura de las naciones, lo que conlleva un manejo ordenado del ciclo de los datos: producción, almacenamiento, curatoría, interoperabilidad, calculabilidad, análisis y uso.

Podría pensarse que el "*data science*" y un sistema robusto de infraestructuras críticas es un área reservada, fundamentalmente, al mundo de la ingeniería y de la ciencia. Pero la realidad muestra que estas son áreas las cuales requieren de una mirada interdisciplinaria, donde no es posible aplicar el enfoque sectorial o de silos.

Estos son temas en que la responsabilidad del Estado es ineludible, porque está vinculada a intereses y valores del modelo de sociedad y de desarrollo de cada comunidad. Allí, el vínculo con las redes internacionales, en la actual estructura global exige una presencia activa, atendiendo las realidades y contextos del norte y del sur global.

El artículo convoca a mirar los escenarios en que esta realidad evoluciona, la cual requiere de un sistema robusto de ciencias para la era de los datos y nuevas formas de relacionamiento internacional, donde la diplomacia y la política exterior deben asumir la conformación de una "civilización basada en los datos". Ello está generando profundos cambios geopolíticos que es imperativo asumir.

La aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) para mejorar la accesibilidad y funcionalidad de las políticas comerciales es analizada en el artículo de Nicolás Schubert.

El autor se refiere a la evolución de este tema en las instancias negociadoras y deliberativas de la Organización Mundial del Comercio (OMC), a partir de la Declaración sobre Comercio Electrónico (1998), al objetivo de negociar reglas y al alcance –en especial, el carácter vinculante- de la moratoria a la imposición de aranceles a las transmisiones electrónicas, las que se han ido renovando en cada conferencia ministerial. Ello revela un interés por abordar las cuestiones relacionadas al comercio digital en la OMC, a pesar de que no hay un mandato expreso.

Esta reflexión, además, aborda los cambios producidos por la digitalización de la economía, recordando el conocido libro de Nicholas Negroponte, *Being Digital* (1995), que marcó el tránsito de los átomos a los bits. Es claro que estamos frente a lo que se denomina como el "poder de la digitalización", fenómeno que ha activado procesos transformadores vinculados a una descentralización radical de las formas en que el capital físico, humano y social, se concentraba en la economía tradicional.

El autor concluye con un análisis de la respuesta de Chile: mejorar sus relaciones comerciales, tanto bilaterales como regionales, por encima de los compromisos mínimos sugeridos por la OMC. Indica que

Chile, en el contexto de las redes de acuerdos comerciales, ha asumido las realidades y desafíos de una economía digital, cada vez más abierta al intercambio de productos y servicios en este ámbito. Uno de los instrumentos que caracterizan esa definición es el Acuerdo de Asociación para la Economía Digital (2020), suscrito con Singapur y Nueva Zelanda (Acuerdo DEPA).

Un último aspecto abordado por Nicolás Schubert es el de las dificultades de las MIPYMES para acceder, de mejor forma, a los contenidos de los acuerdos que les permitan usar las ventajas que estos conceden y no se vean enfrentadas al fenómeno conocido como *spaghetti bowl*[4]. Este, ciertamente, tiene un impacto en la gobernanza digital.

Nuevas evoluciones tecnológicas consideran aplicaciones en variados ámbitos, cuyo impacto en la vida de las personas significará una revolución disruptiva: Catalina Vera y Hugo Morales se refieren, particularmente, a la Inteligencia Artificial, la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada (AI, VR y AR en inglés, respectivamente). Estas aceleran y habilitan aplicaciones las cuales, combinadas, constituyen una nueva frontera tecnológica para el mundo: el Metaverso.

El articulo desarrolla un relato sobre la progresiva digitalización de procesos, que facilitó la creación de la AI, la VR y la AR. Allí, tienen un lugar preponderante fenómenos como el Big Data y la Ley de Moore[5], en el campo de la electrónica. Analizan las virtudes de estas innovaciones, como tecnologías habilitantes, relevando que esta nueva dimensión de realidad humana se conformó a partir de la masificación de conexiones a Internet de alta velocidad.

Revisan las potencialidades del Metaverso, sus oportunidades y desafíos. Particularmente, abordan lo que esta nueva "dimensión de realidad" representa para la diplomacia y las relaciones internacionales. Mencionan la obra de Amir Husain, *The Sentient Machine: The Coming Age of Artificial Intelligence*, donde se presentan escenarios actuales y futuros de procesos disruptivos, que incidirán en las relaciones internacionales, su aplicación y el rol de la diplomacia.

Estamos en una fase de acelerada interdependencia digital y ello es una dimensión central de una era de cambio. El ciberespacio es un dominio que se ha incrementado exponencialmente si se considera que el número de usuarios y usuarias ha alcanzado a más de 5.000 millones de personas[6] (Informe UIT sobre conectividad mundial de 2022).

[4] Término acuñado por el economista indio-estadounidense Jagdish Bhagwati en 1995. Se refiere a que la proliferación de acuerdos comerciales superpuestos puede desembocar en el desconocimiento de la aplicación de tales instrumentos por parte de agentes no expertos, quienes son sus usuarios finales, pudiendo comprometer la fluidez del comercio internacional.

[5] En 1965, el cofundador de Intel, Gordon E. Moore, afirmó que cada dos años, aproximadamente, era posible duplicar el número de transistores en un microprocesador: cada 24 meses, por tanto, la humanidad duplica la capacidad de procesamiento y de cómputo de la cual dispone. En sucesivas oportunidades, desde su enunciación, esta ha sido reevaluada de manera científica. La evidencia ha sido reiteradamente favorable a la hipótesis de la duplicación de la capacidad de cómputo, luego de un bienio. Ahora, la frontera corresponde a una delimitación de una Ley de Moore esta vez, para el campo de la computación cuántica.

[6] Actualmente, viven más de 7.000 millones de personas en el planeta.

Analizar en este contexto la ciberseguridad es central para el orden y la seguridad internacionales, donde la acción de la diplomacia es determinante. Verónica Barrios y Carolina Sancho reflexionan sobre este tema, planteando los desafíos para la política pública, la cooperación en la era digital y el alcance de los procesos reguladores.

El artículo entrega una visión tanto de los beneficios como de los riesgos y amenazas, del uso del ciberespacio. De allí, la necesidad de generar condiciones de confianza, estabilidad y protección que favorezcan un dominio libre, abierto, seguro y resiliente.

Las autoras relevan la contribución de la diplomacia y de lo multilateral. Ellas se refieren a los procesos tecnológicos y disruptivos, enfatizando el valor de la cooperación, entendida como la forma de colaborar por parte de múltiples actores para hacer frente, conjuntamente, a las consecuencias sociales, éticas, jurídicas y económicas de las tecnologías digitales. La idea, aquí, es maximizar beneficios y minimizar perjuicios. Recuerdan la Hoja de Ruta del Secretario General de Naciones Unidas, donde es interesante considerar la iniciativa de un "Pacto Digital Global" (Documento "Nuestra Agenda Común" 2021).

Concluye esta reflexión, destacando el aporte de la diplomacia a estos procesos y a la necesidad de entregar una formación profesional en el ámbito del ciberespacio para actuar en nuevos escenarios. Estos exigen una política exterior posicionada en el marco de las transformaciones tecnológicas, donde interactúan actores de distintos niveles, expresando una relación cada vez más necesaria entre ciencia, conocimiento y diplomacia.

La conclusión de esta separara es clara: se requieren nuevas formas de diplomacia para actuar en la era digital, donde el Metaverso es una realidad que avanza aceleradamente. Es evidente que la economía y la sociedad en general enfrentan una disrupción fundamental con la emergencia de las tecnologías digitales y de los modelos comerciales. Este es un desafío que la Política Exterior y el sistema diplomático deben asumir.

De allí, el interés de la Academia Diplomática de Chile (ACADE) por incorporar estas dimensiones del conocimiento científico y de la innovación tecnológica, en la agenda de formación y entrenamiento. Es estratégico estar preparados para actuar en diversos escenarios en que se está desarrollando la modernización de las políticas para fomentar el crecimiento, la inclusión social y el desarrollo sostenible.

Chile como Hub Digital.

Claudio Araya San Martín[7]

Extensos desiertos, abruptos cordones montañosos, lagos, fiordos y glaciares adornan nuestros paisajes, pero, a la vez, en muchos casos, se convirtieron en barreras naturales que dificultaron una comunicación expedita en todo el territorio.

El Estado de Chile siempre buscó una solución para impulsar los despliegues tecnológicos sorteando dificultades geográficas. Lo hizo, por ejemplo, con el despliegue del telégrafo en el siglo XIX, con el avance de la telefonía de voz, incluyendo la larga distancia, posteriormente, con el desarrollo de la telefonía móvil, y hasta nuestros días, con la masificación de Internet.

En esta línea, para potenciar la conectividad, el Estado diseñó proyectos para la implementación de redes de alta capacidad, que permitan conectar las localidades más aisladas hacia las redes desplegadas por las empresas de telecomunicaciones. En ese sentido, se impulsaron diversas iniciativas de tendido de fibra óptica: la Fibra Óptica Nacional implementará alrededor de 10 mil kilómetros de tejido entre las regiones de Arica y Parinacota y Los Lagos; el proyecto Fibra Óptica Austral, se hace cargo del histórico déficit de conectividad de la zona austral de Chile, con 4.500 kilómetros de trazado submarino y terrestres; y, el proyecto Fibra Óptica Tarapacá conectará distintas zonas de dicha región con cerca de 900 kilómetros de tendido de fibra óptica.

Terminados estos proyectos, de las 345 comunas que conforman Chile, 340 contarán con al menos un nodo de fibra óptica dentro de la comuna. Para las cinco comunas restantes, proseguimos la búsqueda de mecanismos que faciliten mejoras sustanciales en su conectividad a Internet: dejarlas al margen de esta infraestructura es poner a sus habitantes en una condición de desventaja en un mundo cada vez más interconectado, comprometiendo su desarrollo económico y la calidad de vida. Sería conveniente, en este sentido, incentivar una política pública para la instalación de enlaces fijos de internet satelital.

El siguiente paso es generar vías que lleven la conectividad a las distintas localidades que aún permanecen con escasa o nula conectividad digital, con el objetivo de que en todo lugar donde habiten personas exista cobertura de servicios. Para conseguir ese objetivo, se impulsan los proyectos de Última Milla que buscan conectar 1.580 localidades de todo el país, con iniciativas que trabajan conjuntamente SUBTEL y diferentes gobiernos regionales.

A esta conectividad, se suma el despliegue de redes móviles de quinta generación (5G), que permitirán que el 90% del territorio

[7] Subsecretario de Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.

poblacional del país pueda tener acceso a esta red de alta velocidad. Este esfuerzo histórico ha permitido a nuestro país no sólo generar las condiciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sino que también ha posicionado a Chile como un líder en los procesos de desarrollo y cambio tecnológico.

Estos proyectos sientan las bases para que Chile sea un referente en la incorporación de tecnología en todos los espacios, desarrollando la capacidad técnica y humana requerida para prestar servicios de excelencia en estos ámbitos. También, para generar importantes innovaciones que, haciendo uso de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, nos permitan posicionar al país como un centro digital para toda la región sudamericana.

Para que ello sea posible, es fundamental contar con una buena conexión internacional, lo que ha venido ocurriendo durante las últimas décadas. Se destaca la implementación de diferentes cables de fibra óptica internacionales, terrestres y submarinos: se inició con el trazado del cable Panamericano, desarrollado en la última década del siglo pasado; prosiguió con los cables SAM-1 y SAC-1, durante la primera década de este siglo, que conectaron Norteamérica y Sudamérica mediante sendos anillos submarinos con estaciones terrestres en Arica y Valparaíso, con cables terrestres que cruzan hacia Argentina para seguir hasta la costa Atlántica.

Lo anterior, generó un salto cualitativo en capacidad y calidad de nuestra conexión a Internet. Estos desarrollos han proseguido por medio de la instalación de nuevos cables submarinos que llegan a nuestro país, como el Curie, desarrollado por Google, que conecta la costa de California con Valparaíso.

El próximo paso es mejorar la redundancia de estas redes, por lo que el Estado ha impulsado la implementación del proyecto de cable submarino Humboldt, que permitirá la conexión de nuestro país con Oceanía a través de un cable submarino de más de 14 mil kilómetros. Este es el primer cable submarino Sur-Sur, que unirá estas zonas geográficas sin pasar por Norteamérica, y que posicionará a Chile como la puerta de entrada del intercambio de datos de toda la región con Oceanía y Asia.

Una condición necesaria para el éxito de Humboldt es el despliegue de los proyectos de Fibra Óptica en Complejos Fronterizos. Ello permitirá sumar otros 11 pasos fronterizos a la red de conexiones ya existentes con nuestros países vecinos ubicados en diferentes zonas limítrofes. Además de dotar de buena conectividad a los complejos fronterizos y mejorar el acceso a la red en las localidades cercanas, potenciará al cable Humboldt al generar nuevas vías de conexión con países vecinos.

Si a esto sumamos la instalación de Data Centers en el país, podemos concluir que existen los medios técnicos para que Chile se constituya en un *hub digital*. Ahora, el desafío es desarrollar las aplicaciones y servicios tecnológicos que nos potencien como exportadores de tecnología, aprovechando los despliegues de infraestructura mencionados.

Desde SUBTEL, seguiremos trabajando con todos los actores del sector, para generar condiciones que faciliten el acceso a una red y profundizar las políticas de conectividad que Chile desarrolla desde hace muchas décadas.

El posicionamiento creciente de Chile en los temas de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, para la implementación de proyectos asociados a tecnologías digitales, sobre los cuales se sustenta el desarrollo de la dataesfera, subraya siempre nuestra neutralidad tecnológica: este es un principio que ha conducido las licitaciones del espectro radioeléctrico. Ello genera interesantes potencialidades con los consecuentes impactos tecnológicos y económico-sociales. A su vez, ha permitido al país ser pionero en la región, como un laboratorio de múltiples tecnologías y proveedores.

Conviene señalar también que, a nivel regulatorio, el principio de neutralidad en el uso de datos fue liderado por Chile desde 2010. Esta es una tendencia que se constituyó en una buena práctica, seguida a nivel mundial, la cual habilitó la existencia de servicios *Over The Top* (OTT) como Netflix, Whatsapp, Spotify, entre otros.

Estas definiciones promueven un bienestar inclusivo y, ciertamente, favorecen la implementación de proyectos para el posicionamiento de Chile en redes que ofrecen ventajas concretas y consolidan nuestro lugar de *hub* digital. La Política Exterior es parte de este proceso y debe estar en condiciones de facilitar y actuar para profundizar la vinculación de Chile con los grandes centros de desarrollo tecnológico y los procesos negociadores, regionales y globales, que regularán el avance de estas mega tendencias digitales.

Apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) esté preparando a las futuras generaciones de diplomáticas y diplomáticos para asumir una revolución tecnológica, con una evolución sostenida y que marcará la sociedad y los proyectos de desarrollo de un futuro que ya estamos viviendo.

Un sistema robusto de infraestructuras críticas para la era de los datos: recursos humanos para la investigación, capacidades de supercómputo y conexión internacional[8].

Ginés Guerrero[1,2], Alejandro Maass[2,3,4],
Jaime San Martín[1,2,3], Florencio Utreras[2]

La actual "era de los datos" requiere una organización que debe abarcar múltiples dimensiones, cuyos engranajes apuntan a generar un desarrollo fluido y ganar legitimidad a nivel global. Es crucial que nuestras sociedades den vida a infraestructuras críticas de almacenamiento y cálculo para estar a la altura de las necesidades de simulación y análisis que necesitamos. De esta manera, se podrá enfrentar problemas como el cambio climático o las migraciones.

Disponer de redes locales de alta velocidad, insertas en redes globales para la circulación de datos y potenciar la investigación en las ciencias que dan vida a esta era, son todos elementos que facilitan el desarrollo de innovaciones para que nuestra "era de los datos" tenga ritmo y permitan seguir la velocidad de esta revolución.

En este artículo, reflexionaremos en torno a dos de estos ejes: la capacidad de cálculo y los desafíos de las ciencias matemáticas e informáticas, apuntando a dar sentido a la "ciencia de los datos".

Esta última estimula crecientes espacios de acción, concertación y cooperación internacional, en los cuales la diplomacia y la política exterior deben estar preparadas para comprender y asumir las cadenas de valor que, a partir de los datos, conducen a la generación de conocimiento científico.

Así se están configurando escenarios en que intervienen múltiples actores, públicos y privados, lo que requiere nuevas formas de relacionamiento internacional, donde la conformación de una civilización de los datos se encuentra generando profundos cambios geopolíticos.

[8] Indicadores de Afiliaciones profesionales.
1: Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento, Universidad de Chile
2: Centro de Modelamiento Matemático, Universidad de Chile y CNRS IRL2807
3: Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile
4: Centro para la Regulación del Genoma, Universidad de Chile.

1. Introducción.

Este capítulo tiene como propósito introducir la "era de los datos" a través de una conversación sobre sus principales características, enfatizando los aspectos de cálculo y el desarrollo de nuevas teorías e ideas necesarias para dar sentido a los datos que hoy se generan. En todos ellos tratando de avanzar ideas desde la cooperación internacional.

Para abordar la "era de los datos" hoy, como un desafío moderno, de manera virtuosa es muy relevante pensar en una fuerte cooperación e inserción internacional. Más aún, parte de la credibilidad presente y futura de las naciones estará asociada al manejo del ciclo de los datos (producción, almacenamiento, curatoría, interoperabilidad, calculabilidad, análisis, uso) y cómo este interopera a nivel global.

Desde nuestra perspectiva, la "era de los datos" es un fenómeno permanente de la historia de la humanidad. Hoy lo sentimos y vivimos con mucha intensidad, por el desarrollo de tecnológico desde donde esta se expresa, es decir, sistemas cada vez más sofisticados para medir y calcular, por el volumen de estos, así como también por el desarrollo de las diferentes teorías estadísticas, matemáticas, de ciencias de la computación y de la ingeniería que hacen realidad el análisis de estos datos.

Muchos teoremas de las matemáticas fueron motivados por datos acumulados al medir ciclos solares o lunares: notables, por ejemplo, son los sistemas de medición y numeración generados hace más de 3.000 años antes de Cristo por el mundo Sumerio[9]. Medir y calcular siempre fueron de la mano y cada avance en estas materias representó una revolución potencial, aunque no siempre estuvo acompañada de la tecnología necesaria para hacer del "medir" y "calcular" una herramienta con vida propia.

Siempre, tanto "medir" como "calcular" tuvieron una contraparte desde las matemáticas. Teoremas que fueron dando vida a observaciones, se convirtieron, posteriormente, en leyes. En el siglo XVII, la "Ley de los Grandes Números" demostrada por Jacob Bernoulli permitió generar ventajas importantes en la planificación y organización de la sociedad, incluyendo el comercio y la organización de la producción[10]. Un aprovechamiento de los datos que luego desde la abstracción permitió generar tecnologías para la organización. En un mundo menos conectado que el actual, las ventajas generadas por "medir", "calcular" y, desde luego, "analizar" determinaron la ventaja que muchos estados requirieron para crecer o mantenerse. Sin embargo, estos tres pasos no son etapas secuenciales. Al medir es fundamental preguntarse "¿qué medir?", considerando las ideas teóricas (la estructura del ADN es una prueba reciente), y al delimitar "¿cómo medir?" se impone una referencia a los progresos de la ingeniería y la capacidad de calcular. El "analizar" puede desarrollarse desde la riqueza de la observación o desde lo que somos capaces de calcular.

[9] http://www.beanlogic.es/sumerios/matematicas.php

[10] https://www.madrimasd.org/blogs/matematicas/tag/ley-de-los-grandes-numeros

Actualmente, la "era de los datos" está en plena evolución y su desarrollo posterior se basa fundamentalmente en las dos principales disciplinas que la sustentan: las matemáticas (por consiguiente, la estadística) y la informática. Estas ciencias deben mirar virtuosamente hacia las ingenierías y a otras ciencias que requieren el uso de datos, cada vez más masivos y ricos en contenido, para, por un lado, intuir el uso y desarrollo de sus propias teorías para la mejor explotación de los datos y, al mismo tiempo, deben ser capaces de rescatar del otro mundo las preguntas que deben plantearse o tratar de resolver para generar nuevas ideas matemáticas o informáticas que permitan fluir el ciclo de la ciencia de datos. En otras palabras, es en este intercambio donde la ciencia de datos y sus aplicaciones podrán ganar en fuerza y profundidad, así como las ciencias que la apoyan para formar parte del desarrollo de esta nueva ciencia. No se debe olvidar las ciencias sociales y las humanidades: de ella surgen crecientes problemáticas asociadas al ciclo del manejo de los datos, además de sumar la perspectiva ética y de desarrollo humano que ellas requieren. A ello, se debe considerar las leyes y normas para proteger a las personas y que el uso de datos facilite el beneficio de estas.

La política exterior no solamente se encuentra en las tareas asociadas a la creación y aprovechamiento de las capacidades físicas y humanas para capturar las oportunidades y enfrentar los desafíos que supone esta nueva "era de los datos". Los esquemas institucionales multilaterales, tanto de alcance global como regional, se han constituido en foros altamente especializados para que los estados, con la participación de la sociedad civil, puedan compartir buenas prácticas y políticas públicas en torno a un uso ético de los datos. En el marco del procesamiento de estos últimos, valdrá considerar los acuerdos suscritos por nuestro país.

La era de los datos en curso tiene una gran particularidad, más allá de los aspectos tecnológicos es posiblemente la era más global que hemos vivido. Hoy medir, calcular, analizar, así como también utilizar y generar productos, se encuentra tensionando las leyes o normativas locales y globales, la organización de los estados y, en particular, al mismo trabajo científico.

Muchas veces, no sabemos dónde residen nuestros datos de uso diario o cómo circulan a lo largo del planeta para lograr cálculos virtuosos. Simplemente, ignoramos cómo trazar datos cruciales para el desarrollo de tecnologías en salud o biotecnología. Incluso nuestras intuiciones y discusiones respecto del "justo equilibrio" entre proteger o liberar datos carece de un marco teórico de alguna profundidad.

Este contexto singular requiere de una organización sin precedente desde la perspectiva de las relaciones internacionales en un tema tan puntual como son "los datos". Permanece el desafío de establecer protocolos e infraestructuras robustas de colaboración internacional para el almacenamiento, protección y circulación de los datos. Entre muchas preguntas, debemos definir "¿dónde calcular?" (localmente y/o de manera distribuida), establecer protocolos de trazabilidad de datos para el uso en

nuevas tecnologías y de los estados en temas de importancia global como salud, cambio climático, crecimiento sostenible, entre otros temas.

Estas preguntas son materia de discusión internacional y existen ejemplos para facilitar marcos de acción.

- Infraestructura. Desde hace décadas, se desarrollan esfuerzos internacionales para equipar al planeta con redes para la circulación de datos en ciencia: variados centros de cálculo establecen acuerdos para la democratización del cálculo científico. Por otra parte, las infraestructuras de empresas como Amazon Web Services (AWS) o de Alphabet (matriz de Google) proveen almacenamiento y poder de cálculo de manera global, muchas veces ofreciendo soluciones difíciles de igualar por infraestructuras locales de cálculo o las limitaciones del alcance de las redes de transmisión. Aun cuando estas infraestructuras pueden imponer políticas de extraterritorialidad de leyes de estados extranjeros, existen estados que acogen infraestructura privada, muchas veces sin marcos jurídicos establecidos.
- Ámbito regulatorio. Hay múltiples ejemplos a lo largo del mundo respecto del manejo de los diversos ciclos de datos, muchos basados en historias de manejo estadístico por agencias estatales *ad hoc* (como el INE en Chile) y en la creación de figuras para la protección de los datos, ya sea de manera muy centralizada (un único agente que recopila y da acceso) o aceptando la distribución del manejo de datos, con o sin uso profundo de tecnologías de seguridad de datos. Un esfuerzo por tener un marco común de manejo de datos es el código de buenas prácticas de las estadísticas europeas que permite la transparencia en el Sistema Estadístico Europeo[11]. Este es un instrumento de autorregulación basado en 16 principios que abarcan el entorno institucional, los procesos estadísticos y los resultados estadísticos. Este marco internacional está en la base de las regulaciones posteriores de muchos países en Europa los que han ido sumando ideas locales que impactan su propia organización y cultura de datos. Ejemplos virtuosos son Noruega, Suecia, Nueva Zelanda y Dinamarca.

En este artículo de reflexión no pretendemos abordar todos los temas antes mencionados, pues no somos expertos en todos ellos y creemos que hay temas que han quedado fuera de la discusión pública por un cierto tiempo y que requieren de una mirada e inversión internacional dedicada. Estos son: las infraestructuras críticas para la era de datos, el poder de cálculo y las redes de comunicación, y las ideas y organización para potenciar el mejor análisis de datos. El primer tema es visto por muchas naciones como uno de los ejes de su desarrollo, incluso muchos gobiernos entendieron que se calcula para competir; el segundo, si bien tiene una motivación cultural, creemos es una reflexión necesaria para ordenar muchos aspectos de los planes de Inteligencia

[11] https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4031688/9394048/KS-02-18-142-ES-N.pdf/e792b761-6f09-42a9-a1e0-3a3356a0de1c

Artificial (IA) y Ciencia de Datos que las diversas naciones deben instalar o están pensando instalar, como la nuestra. La experiencia internacional en estos temas es variada y es importante recogerla para la organización local y para el establecimiento de redes internacionales. Este segundo tema tiene una gran ventaja, Chile goza de prestigio internacional en las ciencias ligadas a los datos y el cálculo lo que se traduce desde hace décadas en redes internacionales de colaboración para la investigación y formación robustas.

2. Cálculo de alto rendimiento: una perspectiva de desarrollo basada en prácticas y colaboración internacional.

Cuando hablamos de ciencia de datos pensamos muy frecuentemente en colecciones masivas de datos (*Big Data*) o en cálculos complejos en computadores muy diferentes de los de uso personal. Esta percepción es cierta y envuelve a una cantidad importante de problemas que esta era nos pide resolver como científicos. Sin embargo, hay un sin número de problemáticas que hoy podemos abordar gracias a nuestra gran capacidad para producir datos y puede ejecutarse en computadores personales en tiempos razonables. Eso no se contradice para nada con pensar que vivimos en un mundo rodeados de datos que nunca llegaremos a analizar por su volumen. No todos los paradigmas actuales tienen que ver con el volumen o cantidad: tienen que ver también con la capacidad de resolutividad de las técnicas matemáticas e informáticas modernas y, en términos técnicos, de la clase de complejidad de cada problema.

Afortunadamente, la algorítmica para la ciencia de datos está en plena evolución. Posiblemente muchas de las problemáticas de la ciencia de datos que resolvemos hoy en un PC, hace un par de décadas requerían de un computador sofisticado, también llamado "supercomputador". Otras siguen resistiendo, principalmente por su clase de complejidad o volumen. En general, como matemáticos, nos inclinamos más a mirar la primera.

Breve historia de la Computación de Alto Rendimiento: foco en el desarrollo tecnológico y la cooperación internacional.

Para hablar de High Performance Computing (HPC, sigla en inglés), hay que tener en cuenta que, luego de la segunda guerra mundial, contábamos con la idea conceptual de computador, que pocos años antes de llegar a la luna en la NASA se instalaron los primeros computadores IBM y que recién en la década de los 70 aparece el paradigma que conocemos hoy de consolas conectadas a servidores centrales y los computadores personales.

Eso no fue obstáculo para el desarrollo de la computación de alto rendimiento, ideada para resolver problemas complejos que, de otra manera, no serían abordables. El fin de la década de 1980 e inicio de aquella de 1990, estuvo dominado por los siguientes supercomputadores:

- *Cray Research* como el Cray Y-MP, que tenía hasta ocho procesadores vectoriales de 32 bits que funcionaban a

167 MHz. Tenía opciones de 128, 256 o 512 MB de memoria principal y consiguió la capacidad de efectuar operaciones a más de 1 gigaflops[12]. El costo de esta máquina era cercano a los 20 millones de dólares actuales;

- *NEC*, con sus modelos SX que tenían hasta 256 MB de memoria principal y el SX-2, que fue el primer computador que superó 1 gigaflops;
- *Thinking Machines*, que utilizó 65.536 procesadores de un bit en un hipercubo;
- *Meiko Scientific Ltd*. se centró en la computación paralela.

Los sistemas comenzaron con los transputers INMOS T414 de 32 bits en 1986. Más tarde, se pasó a los procesadores Sun SuperSPARC e hyperSPARC. Estas empresas dominaron los años 1990 junto con otras como *Kendall Square Research* y *MasPar*, demostrando que el uso de un gran número de procesadores en una arquitectura distribuida podía lograr un gran rendimiento en el cálculo. A su vez, estas experiencias mostraron la necesidad de mejores códigos y software, lo que incluyó mejoras en la algorítmica, para ganar en la eficiencia de la HPC. Esta época fue desafiada constantemente por el desarrollo de nuevos procesadores (INTEL, por ejemplo) y la idea de poder realizar muchos cálculos en paralelo juntando estaciones de trabajo, sin embargo, en 1990 no fue posible superar a los supercomputadores.

En Chile, la historia del supercómputo ya había comenzado desde la necesidad de resolver problemas complejos de la optimización combinatoria (buscando rutas óptimas en logística, resolviendo con redes neuronales problemas de la minería, por ejemplo). El Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile recibe, a fines de los años 1990, el computador *Matra Cap Systèmes*, una donación de Bull, lo que marca la construcción del futuro Laboratorio Nacional de Súper Cómputo (NLHPC).

Con el inicio del nuevo milenio, Intel y AMD lanzan procesadores con velocidades que superaban los 1 GHz y CPUs de 64 bits para computadores personales. Esto, junto con algunos elementos técnicos más, significaron que los computadores personales (PCs) tuvieran procesadores con la misma precisión que los procesadores de la supercomputación, es decir, de 64 bits. La investigación universitaria pudo enfrentar muchos de los cálculos reservados a la supercomputación desde computadores personales, lo que significó un gran avance científico y de organización para la "era de los datos"[13].

Pero el avance fue vertiginoso desde la supercomputación. Si bien el paradigma de los procesadores de los computadores personales permitía resolver problemas que habían sido intratables durante décadas, la lista de espera para resolver otros problemas y la voracidad científica al contar con

[12] Equivale a 10^9 operaciones punto flotante por segundo.

[13] Recordemos que el primer genoma humano fue descrito al inicio del nuevo siglo y su ensamble necesitó reunir los mejores supercomputadores de la época. En Chile, hacia 2005 ya ensamblamos *de novo* genomas bacterianos para la biomineria usando las máquinas paralelas instaladas en el CMM con procesadores AMD.

recursos y nuevos algoritmos eran aún mayores. Desde la primera década del siglo XXI podemos hablar, entre otros, de procesadores de doble núcleo que funcionaban a 1.150 MHz y de sistemas configurables con hasta 4.096 procesadores en los que había 1.024 computadores de memoria compartida. Incluso hubo máquinas donde se podían conectar hasta 128 computadores en un solo sistema y, más aún, el Earth Simulator de NEC tenía 640 nodos, llegando a ser el supercomputador más rápido por un largo tiempo.

Hoy, en menos de una década, los 10 supercomputadores más importantes del orbe cuentan con capacidades de procesamiento de sobre los 23.5 petaflops por segundo (pflops/s), llegando hasta los 442 pflops/s. La distribución de estos computadores por países es la siguiente: Japón (1), China (3), US (5) y Europa (1). Esto es un crecimiento exponencial de las capacidades de cálculo en el supercómputo y en diversidad de tecnologías, lo que deja atrás los paradigmas que querían hacer competir computadores personales muy poderosos con clústers de alto rendimiento. Es decir, hoy la historia es otra.

En la actualidad, para los países más industrializados del planeta, el supercómputo se convirtió en este siglo en una herramienta de competencia: una nueva carrera espacial por dominar una tecnología crucial para la era de los datos. Estadísticas de 2021 muestran cómo Lenovo acapara el 32% del mercado seguido por empresas en Estados Unidos, dominando sobre el 60% del mercado global de supercómputo[14].

En Chile, el Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC) cuenta con el supercomputador más poderoso de Chile "Guacolda-Leftraru", con gran capacidad de procesamiento (266 teraflops), una rápida red de interconexión (InfiniBand FDR) y una alta velocidad de acceso a disco (DDN SFA12K-20). Pero como las cifras lo muestran, esta máquina, más allá de su excelente capacidad y de haber entrado segundo en la lista de LARTop50[15] el 2014, hoy es considerada una máquina pequeña que requiere una actualización para hacer de Chile un actor relevante en estos temas y abordar la multiplicidad de compromisos actuales en ciencia (astronomía, genómica, simulación molecular, medicina, climatología, oceanografía) e industria (minería, logística de puertos, problemas en smart-cities).

Inversión en HPC en Chile.

La historia de la HPC en Chile es activa, al menos desde la segunda mitad de los 1980 e inicio de los 1990. Como fue descrito, en esa época había una emergencia de diferentes paradigmas tecnológicos y en Chile diferentes grupos se hicieron con los pocos fondos de investigación existentes para la adquisición de máquinas que, de alguna manera, podemos decir que representan el inicio de la supercomputación.

A inicios de los años 1980, el Departamento de Ingeniería Matemática de la Universidad de Chile (DIM) entendió el impacto que la

[14] https://top500.org

[15] EXPLICARLO y agregar la lista de los supercomputadores más potentes de América Latina.

nueva tecnología de microprocesadores tendría en el mundo científico. Hasta ese entonces la computación en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile estaba centrada en los computadores centrales de uso compartido, que eran máquinas de propósito general, más bien destinadas al procesamiento de datos para la gestión, que al cálculo avanzado.

Fue así como en 1982 se obtuvo la donación de un computador Olivetti M80, el primer PC con capacidad gráfica que se puso a disposición de los estudiantes del DIM. Luego vino la adquisición de la primera máquina Unix (1985) instalada en un departamento que no fuera de computación, la primera estación de trabajo RISC con alta resolución gráfica (llamada Apollo) en 1986 y la donación obtenida de Digital en 1988 que permitió la primera sala de estudiantes con 8 estaciones de trabajo RISC avanzadas DEC Station 3100 que dio al DIM gran capacidad de cálculo y de despliegue gráfico, en momentos en que la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile adquirió sus primeras Computadores DEC Vax y expandió su capacidad de cálculo central. Así el DIM se ponía a la cabeza con su capacidad de desarrollar modelos complejos e implementarlos en computadoras de última generación.

El cambio de siglo nos encontró con el mínimo de masa crítica, formada a nivel doctoral o de ingenieros formados en los mejores centros europeos y norteamericanos de la época, aprovechando la relación de cooperación estrecha con el CNRS de Francia, las empresas HP e IBM, y las necesidades de aplicaciones industriales y científicas, que requerían de pensar en instalar en Chile una capacidad de supercómputo que diese sustento en el tiempo a lo que era el nacimiento de una "era de los datos". Así, desde el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile se inaugura su unidad de supercómputo basada en la máquina Matra CAP Systèmes de arquitectura MIMD, dentro de la cual un procesador Sun dirigía el trabajo cooperativo de otros 12 procesadores Sparc, organizados en un anillo cuya velocidad de transmisión de datos era de 120 MB/s. Esta permitía, junto a otras inversiones en su entorno, potenciar la idea de que en Chile era posible entrar desde el cálculo a la era de los datos.

Terminada la primera década de este siglo, en el 2009 se empieza a gestar la idea desde el CMM de crear de manera asociativa (junto con otros actores de la vida científica nacional) un laboratorio nacional de supercómputo. Esto permitió inaugurar en 2011 el *National Laboratory of High Performance Computing* (NLHPC), con apoyo de un fondo de la Comisión Nacional para la Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) para generar infraestructuras críticas para el desarrollo de la ciencia y la innovación en Chile. Uno de los programas más virtuosos de la historia del financiamiento de la ciencia en Chile, que junto a diferentes programas de infraestructura de CONICYT y de parte de su sucesora la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) han permitido dar vida a una historia que sin

apoyo estatal simplemente no tendría posibilidad de existir.

Desde entonces, son parte del laboratorio la gran mayoría de instituciones que hacen investigación en el país, constituyendo la red científica más grande de Chile que comparte una infraestructura. Además, el NLHPC ha firmado acuerdos de colaboración con instituciones del Estado, generando redes internacionales con centros de supercomputación del mundo con el único objetivo de consolidar una infraestructura de computación de alto rendimiento a nivel nacional para ofrecer servicios de alta calidad y entrenamiento avanzado, para así responder a la gran demanda nacional de computación científica, desarrollando vínculos entre grupos de investigación, la industria y el sector público.

Hoy, luego de dos rondas de renovación de sus equipos en menos de 10 años, la infraestructura del NLHPC está compuesta por los clústeres llamados Guacolda y Leftraru que se integran entre sí compartiendo almacenamiento y conectividad. Leftraru entró en operación a finales del 2014 y Guacolda se unió a este a mediados de 2019, para incrementar la capacidad de cómputo que dispone el NLHPC. Guacolda-Leftraru cuenta con 5.236 núcleos de cómputo distribuidos en 192 nodos de cómputo. Esta solución integra a la perfección los tres principales aspectos que se deben de tener en cuenta cuando se diseña una infraestructura de cómputo de alto rendimiento: gran capacidad de procesamiento (266 teraflops para Guacolda-Leftraru), una rápida red de interconexión (InfiniBand FDR) y una alta velocidad de acceso a disco (DDN SFA12K-20). Para los 5 años que vienen (2021-2026), el Estado está realizando una inversión de casi 2 millones de dólares para potenciar esta infraestructura, mientras que un consorcio de más de 30 universidades está elaborando un proyecto para dar un salto exponencial: convertir al NLHPC en una institución autónoma de servicios de computación de alto rendimiento con fuerte inserción internacional que articule investigación e innovación[16].

El NLHPC es posiblemente una de las creaciones colectivas más ricas para el desarrollo de la era de los datos en Chile. Una intuición no evidente hace 10 años, en un país donde lo colectivo en infraestructura no era lo común. La clave de este éxito es sin duda la visión, desde sus servicios y funcionamiento, de ver esta infraestructura como un motor del ambiente que ella genera y la necesita:

- Formación permanente de nuevos ingenieros y científicos, especializados en HPC;
- Exploración de nuevas tecnologías y arquitecturas de manera activa;
- Soporte especializado para la industria, el Estado y la academia, que incluye optimizar las simulaciones de sus usuarios para obtener el máximo rendimiento;

[16] Este es un punto donde es clave tener la visión y considerar el desarrollo del Barcelona Super Computing Center, en España. Disponible en https://www.bsc.es/.

- Inserción en redes regionales e internacionales con focos claros al servicio de los usuarios;
- El soporte científico de las mejores matemáticas e informática que Chile puede ofrecer.

Finalmente, el NLHPC ha trabajado intensamente por incentivar el uso de la supercomputación en la industria, con objeto de mejorar su productividad y posicionamiento a nivel internacional, siendo parte de la modernización del Estado de Chile, firmando acuerdos de colaboración con distintas instituciones gubernamentales. El NLHPC aceptó, además, en 2018, el desafío de convertirse en el primer repositorio de Copernicus[17] para América Latina, al tiempo de reforzar su área de imágenes para orientarla al análisis de imágenes satelitales, las que combinadas con su fortaleza en el desarrollo de modelos y de análisis de datos le permiten hoy en día dar apoyo a la industria y a los servicios públicos en diversas áreas (monitoreo de gases de efecto invernadero, la estabilidad de relaves mineros o el uso de aguas subterráneas). Gracias a la nueva infraestructura del NLHPC y su capacidad de almacenamiento, al tiempo de potenciar la conectividad nacional e internacional gracias a su conectividad con REUNA y la nueva infraestructura de cable submarino a Europa[18], el Repositorio de Copernicus se convertirá en un punto de acceso de preferencia a imágenes de observación de la Tierra para la comunidad nacional y, en el próximo futuro, de toda Latinoamérica, en la medida que seamos capaces de construir una infraestructura de almacenamiento que permita albergar volúmenes de información varias veces superiores a los actuales, lo que sería además concordante con los volúmenes de datos generados en los telescopios astronómicos instalados en Chile y los generados por innumerables sensores de utilidad nacional y mundial, como los de sismología, cambio climático, etc.

La infraestructura del NLHPC representa para Chile una de sus anclas más relevantes de desarrollo para la era de los datos, que debe ser vista como una herramienta permanente de negociación y posicionamiento para el desarrollo de la cooperación internacional. Contar con esta infraestructura y más de 400 usuarios al año, en ámbitos que van desde la genómica, la biología computacional en salud, la astronomía y las ciencias del clima, hasta la minería, la logística, la acuicultura y el smart-agro, nos hacen ser un país creíble en el uso y facilitación de estas tecnologías que puede ser contraparte de proyectos regionales, y también globales, y asumir roles en temas que requieren del monitoreo permanente de datos.

Estado de las relaciones regionales/internacionales para el HPC.

La computación de alto rendimiento o HPC ha sido históricamente promovida y

[17] Copernicus es el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea**,** que mira a nuestro planeta y su medio ambiente para el máximo beneficio de toda la ciudadanía europea. Ofrece servicios de información basados en datos de observación de la Tierra por satélite y en datos in situ (no espaciales). Disponible en https://www.copernicus.eu/

[18] Ello corresponde al proyecto de desarrollo de un cable de fibra óptica entre Europa y Sudamérica, desarrollado con fondos de la Unión Europea, denominado *Building the Europe Link to Latin America* (BELLA). Disponible en: https://www.bella-programme.eu/

motivada por las grandes comunidades científicas y la defensa. Pero los avances matemáticos e informáticos en Inteligencia Artificial y Aprendizaje de Máquinas junto con las mejoras en disponibilidad de datos han permitido que el HPC se instale en otros ámbitos como la industria, el comercio, la salud, la logística y el smart-city, el smart-agro, las interacciones sociales y la vida política y democrática. El HPC se ha convertido en un activo crucial para el desarrollo de las naciones y hacer frente a los desafíos sociales, ambientales e industriales que trae el siglo XXI.

En la región, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Uruguay cuentan con planes nacionales para organizar sus comunidades nacionales de HPC que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo y grados de financiación. En Chile ya hablamos de la historia del NLHPC, que, si bien no es una política, debería avanzar en esa dirección. Además, en estos países ha sido identificada la necesidad de utilizar la HPC para impulsar su industria. Sin embargo, los usuarios industriales en general no están bien representados entre los principales actores del HPC, lo que genera una brecha para el crecimiento económico y la innovación.

La mayoría de los países desarrollados tienen programas de HPC que pretenden alcanzar capacidades de "exascala" antes del 2023. Es decir, se quiere pasar a capacidades de un quintillón de cálculos por segundo, generando un impacto en nuestras vidas y la tecnología. Pero, ¿por qué estas nuevas capacidades son relevantes? Una posible respuesta viene de los mismos datos: según la International Data Corporation (IDC) al 2025 los datos mundiales crecerán un 61%, hasta alcanzar los 175 zettabytes[19]. Es decir, la voracidad de estados, industria y academia por hacer de esos datos información y motor de innovación pondrá una presión sobre el HPC nunca vista en nuestra historia, donde debemos producir innovaciones y evoluciones mayores en temas que van desde la infraestructura hasta la algorítmica.

En esta carrera, Estados Unidos, China y Japón llevan la delantera. El Departamento de Energía de EE.UU. hacia el 2019 anunció la adjudicación de contratos para la construcción de supercomputadores con un rendimiento superior a un exaflop, lo que ya está siendo realidad hoy. En Europa, vía el programa EuroHPC[20] se quiere adquirir y proporcionar una infraestructura de supercomputación de exaescala de clase mundial para 2024, con una inversión de 7 billones de euros y que sea accesible para usuarios científicos, industriales y públicos de Europa, que se ajuste a sus exigentes requisitos de aplicación, y apoyar el desarrollo de un ecosistema europeo de innovación en tecnologías, aplicaciones y habilidades de supercomputación.

En Latinoamérica y Chile estamos lejos, pero desde el NLHPC se ha establecido una relación virtuosa con el Centro de Supercomputación de Barcelona[21] (BSC), uno de los más importantes de Europa, para

[19]https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/10/24/the-exascale-era-is-coming-and-heres-why-it-matters/?sh=2340fdd2bce0

[20] https://eurohpc-ju.europa.eu/home

[21] Barcelona Super Computing Center, en España. Disponible en https://www.bsc.es/.

hacerse parte de estos desarrollos. Este centro es uno de los dos centros seleccionados para albergar dos de los tres primeros sistemas exascala de Europa. Con este programa se busca desarrollar una auténtica tecnología europea de HPC para proteger su soberanía digital. El tema de la soberanía digital aparece como un elemento crucial en esta política de inversión público-privada y confirma la necesidad de construcciones locales en HPC con alta inserción global.

Algunas acciones de cooperación de este proyecto europeo además buscan establecer un mapeo entre las capacidades y ejercicio de HPC en Latinoamérica y Europa, lo que permitirá identificar, entre muchos temas, las principales aplicaciones emblemáticas a ambos lados del Atlántico y generar planes de financiamiento. El BSC es uno de los centros con mayor tradición de colaboración con Latinoamérica y será un actor clave en relación con el desarrollo del HPC en Chile durante la próxima década. Además, como ejemplos virtuosos de colaboración con nuestro continente destacan proyectos bilaterales financiados conjuntamente por la Unión Europea en ámbitos como la computación en la nube o el prototipado de procesadores HPC de código abierto, ambos con México.

La empresa privada europea también está jugando un rol crucial en el desarrollo de HPC en el viejo continente. En particular, ATOS implementará la tecnología HPC necesaria en la hoja de ruta hacia la exascala, basada en procesadores ARM ISA para las primeras generaciones y la transición a RISC-V ISA durante la década, alineada con la evolución de su ecosistema industrial y comercial. Por otra parte, ATOS será el principal socio industrial del Centro de Cómputo Brasileño, generando un puente de cooperación relevante para toda la región.

Actualmente, el proyecto de la comunidad europea RISC2[22] busca explorar el impacto real y potencial del HPC para hacer frente a los crecientes desafíos ambientales y científicos en las economías de Latinoamérica y de Europa. La combinación del poder del HPC con nuevas ideas de análisis de datos proporciona oportunidades sin precedentes para transformar las empresas, los servicios públicos y las sociedades. Para lograr resultados sustanciales, es necesario aumentar la sinergia, la cooperación y la internacionalización en la investigación basada en la HPC. Esto es cada vez más urgente, tanto en lo que se refiere a los países y regiones que tienen una fuerte tradición en términos de investigación en HPC como a los países en desarrollo que pueden tener algunos polos de excelencia en materia de investigación y desarrollo en matemáticas e informática, pero que no tienen una fuerte tradición en este campo.

La apertura de la investigación en HPC a la cooperación internacional contribuirá a la necesidad reconocida de reestructurar los ámbitos de investigación existentes teniendo en cuenta la innovación que se está produciendo en términos de procesos,

[22] https://www.bsc.es/research-and-development/projects/risc2-network-supporting-the-coordination-high-performance

actores implicados, cambios culturales, nuevos motores de cambio, resultados de la investigación esperados por la sociedad en general, y la necesidad de centrarse en cuestiones de beneficio mutuo para la Unión Europea, Latinoamérica y otras regiones del mundo.

Por otro lado, el desarrollo de sistemas basados en HPC requiere el dominio de herramientas y de técnicas complejas en rápida evolución. La creación de nuevas formas de sistemas y servicios requiere importantes inversiones en infraestructura, acceso a vastas fuentes de datos curados y comunicaciones de alta velocidad. Para competir con éxito en esta competición global de HPC, los investigadores e innovadores latinoamericanos deben superar el reto de retener el talento de HPC (a menudo contratado por los gigantes tecnológicos de EE.UU.), las limitaciones actuales de los recursos computacionales de HPC, la falta de grandes conjuntos de datos y, en conjunto, aunque los latinoamericanos produzcan grandes cantidades de datos, la menor inversión en HPC y digital en este lado del Atlántico, tanto en el sector público como en el industrial.

Se espera que el HPC aumente considerablemente en los próximos años con los modelos de negocio digitalizados y la innovación impulsando a la industria europea a dar un salto hacia la próxima generación de avances tecnológicos. RISC2 tiene como objetivo identificar a los socios relevantes en Latinoamérica y compartir experiencias y conocimientos para preparar el futuro para integrarse con éxito en la era de la exascala. Asimismo, RISC2 pretende tender un puente de cooperación entre las dos regiones desde los proyectos Horizonte 2020 de la UE, asegurando la continuidad de las actividades de investigación conjuntas.

Desafíos para HPC en Chile para la próxima década.

Como lo muestra la historia local e internacional del HPC, persisten dos ejes fundamentales para su instalación y desarrollo como una infraestructura crítica nacional: la formación de recurso humano calificado y la capacidad, pertinencia y/o velocidad de actualización de la tecnología.

La formación de capital humano avanzado representa una gran brecha, incluso más grande que la económica, en los países no desarrollados como Chile. Por un lado, la formación no es parte recurrente de las mallas de formación de los ingenieros informáticos y otras áreas afines, lo que redunda en escasez de profesionales formados al nivel requerido, pero además hoy las necesidades informáticas son tan amplias que la competencia por estos profesionales hace complejo entrar en la competencia desde plataformas en general nacionales que se financian con fondos públicos o de investigación, pública o privada.

Este aspecto hizo que, en Chile, la construcción del NLHPC siempre se pensara inserta en redes globales ricas en recursos humanos especializados y discusión tecnológica, que permitiera dar soporte de formación a su recurso humano calificado, y cada cargo para ingenieros de HPC fue propuesto a nivel internacional. Esto ha

permitido, aunque sea a una escala pequeña, construir un centro con estándares de funcionamiento y servicio comparable a grandes centros en Europa (como BSC antes descrito), ser un socio fiable en la discusión de HPC en la región y un actor relevante en la formación *hands on* en el área en Chile. Sin embargo, la brecha es enorme y es un punto clave a ser abordado con inversión e inserción internacional para que Chile, mirado desde el Estado, la industria y la ciencia, sea un actor de esta revolución del cálculo.

El segundo eje fundamental es la pertinencia en la actualización tecnológica y su crecimiento. Como todo motor de desarrollo es necesario ser finos en medir el crecimiento y disponer de las inversiones necesarias para sostenerlo. La historia del NLHPC en Chile muestra como la instalación de esta infraestructura crítica nacional, bien articulada entre muchos actores a lo largo del país, ha significado una expansión exponencial de las necesidades de supercómputo en Chile (temáticas y actores) y ha dado independencia intelectual al trabajo de muchos científicos chilenos y acortado los tiempos de respuesta a problemas de mucha relevancia para el Estado, la industria y la ciencia local.

Este crecimiento ha sido seguido por mecanismos de inversión fundamentalmente del Estado a través de sus programas de infraestructura para la ciencia desde ANID, basados en concursos abiertos. Esto ha permitido renovar en dos oportunidades en un intervalo de 10 años la infraestructura de cálculo de NLHPC y podemos ya anunciar una tercera renovación, recientemente adjudicada. Si bien cada modernización ha significado un gran avance local con consecuencias de alto impacto en el uso, la velocidad y montos de inversión relativa a la región nos han hecho retroceder varios puestos en los rankings internacionales (el mundo desarrollado se escapó hace al menos una década).

Este tema si bien se puede relativizar y mirar los aspectos positivos del impacto representan sin duda una brecha a superar desde los mecanismos de inversión y funcionamiento de este tipo de infraestructuras. La combinación virtuosa de crecimiento en infraestructura y la mantención/potenciación del recurso humano habilitado para gestionarla son hoy los puntos críticos para dar a Chile de una capacidad de cómputo a la altura de los desafíos que enfrenta.

El crecimiento exponencial de la demanda por HPC en Chile también nos ha tensionado desde la pregunta ¿cómo combinar recursos locales (como los de NLHPC) y recursos propuestos por la nube o globales a través de empresas como AWS, Google u otras de distinta naturaleza y especificidad? Esta pregunta está lejos de ser local y tiene varias aristas y motivaciones, pero la más evidente ha sido siempre buscar rápido soluciones instaladas y funcionando para poder acelerar la inserción en el desarrollo. Qué duda cabe que el impacto de la nube ha sido explosivo y ha cambiado el funcionamiento y la relación con las tecnologías de la información de nuestra sociedad. Sin embargo, la disponibilidad global de recursos en nuestro entender no es suficiente para ser actores de la revolución del cálculo

y es necesario subirse a la reflexión global en estos temas para generar estrategias con consciencia de desarrollo en HPC y no solo de usuarios inteligentes. La pregunta no es fácil y forma parte de los foros de conversación internacional en evolución.

Por otro lado, este paradigma no solo concierne a la ciencia y al Estado. Hay cálculos económicos medianamente confiables que han hecho que industrias que por años funcionaron en la nube por razones de eficiencia hoy han decidido bajar a infraestructuras locales. Las consideraciones del cálculo económico no son evidentes y sin duda hay un compromiso entre muchas variables[23]. Una variable relevante cuando pensamos en la relación nube versus recursos locales tiene que ver con la capacidad/costo de circulación de la información o las redes. Si bien hay inversiones de gran envergadura a nivel regional de empresas privadas y consorcios internacionales público-privados[24][25], la experiencia muestra que esta es una de las grandes brechas de la era de los datos, sobre todo para países como el nuestro, y cuando las escalas de datos crecen son un cuello de botella capaz de dejarnos fuera de cualquier carrera: por el costo y por la imposibilidad de acceso.

Finalmente, asumiendo que somos capaces de hacer circular la información a la mejor velocidad que la tecnología propone desde Chile y hacia el mundo, el paradigma nube versus recursos locales no se resuelve solo desde la tecnología, es necesario que las reglas del juego de manejo y usos de datos en estas redes globales también alcancen un sentido global como de a poco se han construido tratados internacionales en comercio y otras materias. Pero en temas de alta especialización como todos los presentes en la era de los datos y las expectativas que de ellos fluyen, la crisis del COVID y del cambio climático nos han mostrado que, a pesar de muchos esfuerzos de la diplomacia, no es evidente alcanzar acuerdos globales que no respondan a fuertes presiones locales, y la circulación de datos para el cálculo y el desarrollo desde el HPC son una materia que requiere esfuerzos diplomáticos mayores, incluyendo de diplomacia científica.

La política exterior es una pieza clave y permanente del desarrollo de la astronomía en nuestro país. Desde la suscripción de los acuerdos que facilitaron la instalación de los diversos consorcios astronómicos internacionales, hasta la actualización de acápites vinculados al uso preferente de esa infraestructura ("regla del 10%", por ejemplo) y de la formación de especialistas se han efectuado teniendo a la Cancillería como interlocutor válido de cualquier esfuerzo por desarrollar astrociencias a gran escala.

Esta referencia permite visualizar el vínculo de la diplomacia chilena con uno de los sectores que también es uno de los "clientes" más frecuentes de las capacidades nacionales por servicios de HPC, como es el clúster astronómico. De manera análoga, la política exterior debe estar en el centro de los

[23] The Cost of Cloud, a Trillion Dollar Paradox, https://a16z.com/2021/05/27/cost-of-cloud-paradox-market-cap-cloud-lifecycle-scale-growth-repatriation-optimization/

[24] https://bella-programme.redclara.net/

[25] https://ella.link/

esfuerzos que la comunidad universitaria nacional, reunida en REUNA, efectúe al consolidar las capacidades nacionales de HPC.

Entendiendo que el desarrollo de la ciencia es una actividad con un componente internacional permanente, la diplomacia puede coadyuvar a que la formación de un ecosistema nacional de HPC pueda formar acuerdos con instituciones homologas internacionales para el desarrollo preferente de proyectos, para la formación de capital humano avanzado y para la inserción de Chile en las redes especializadas.

Todas las brechas y desafíos antes descritos para el desarrollo virtuoso del HPC en Chile deben motivarnos a mejorar la cooperación estratégica con los grandes centros mundiales y regionales en el campo de la HPC, las matemáticas y la informática, pasando por la inteligencia artificial, mediante la implementación de acciones de apoyo dirigidas tanto a la formación e investigación, a la innovación estatal e industrial como al nivel político. Es crucial mantener un observatorio internacional para que de manera temprana se identifiquen las capacidades específicas de investigación y las necesidades de apoyo a la colaboración.

Tan solo con considerar que Chile es un país cuyo territorio es altamente vulnerable al cambio climático y que la diplomacia ha invertido suficientes esfuerzos por posicionar a nuestro país en la lucha contra este fenómeno, organizando la COP25 en 2019, son razones suficientes para tener siempre en consideración que los modelos que permitirán avizorar el avance de las temperaturas globales se obtienen desde la investigación efectuada por medio de algoritmos para supercómputo, con capacidades nacionales.

3. Un sistema robusto de ciencias para la era de los datos.

Uno de los grandes desafíos para enfrentar las diversas revoluciones que nos han afectado como sociedad global es disponer del recurso humano calificado para hacerle frente. Esta constatación en países como Chile es aún más dramática. En áreas como la informática médica o en temas de HPC antes mencionado, e incluso en un sentido amplio, los números son demoledores. A esto se suma un elemento que es aún más relevante: el repertorio de necesidades técnicas que requiere una revolución como la que vivimos es amplia, y abarca a paradigmas muy buscados en múltiples aplicaciones como la IA hasta otros de desarrollo más silencioso, pero de mucha potencia técnica, la mayoría de las veces basada en teoremas matemáticos o algoritmos de mucha complejidad y potencial, o avances de la ingeniería que cambian los paradigmas de uso del HPC. Es necesario no crear polos estancos de desarrollo sino abrir la discusión a una visión amplia de la técnica que subyace la era de los datos y sus aplicaciones, generando valor y haciéndonos competitivos. En países como Chile, donde posiblemente será más limitado generar desarrollos tecnológicos en el "fierro" necesario para el supercómputo o la era de los datos en general, los aspectos basados en el desarrollo de matemáticas, algoritmos o software para la era de los datos tienen alto potencial para generar valor y pueden ser el ancla perfecta para convertirse

en una potencia regional. Esto obliga a hacer esfuerzos mayores para integrar recurso humano proveniente de áreas que para muchos viven en la misma esfera de las ciencias exactas, pero que cuyas culturas de trabajo en la realidad conversan poco, para generar líneas de trabajo virtuosas que pueden terminar dando el mayor valor agregado en la era de los datos desarrollada en Chile. Siendo repetitivo, esta apuesta se ve fortalecida en Chile donde sus escuelas matemáticas e informáticas, aunque pequeñas, aparecen en puestos relevantes de los rankings en ciencia y han dado pruebas de su gran inserción internacional. Dado este paso es también fundamental integrar a las matemáticas y la informática con otras ciencias y saberes que requieren de sus desarrollos y aplicaciones, de modo que el ingreso a la era de los datos represente una verdadera revolución interdisciplinaria.

En este sentido, las experiencias y acciones de Francia, Estados Unidos y Reino Unido para potenciar la ciencia de datos son interesantes de analizar:

i) En Francia, con una inversión inicial de 1,5 billones de euros y producto de la "Estrategia Francesa de IA"[26], se crean 4 institutos interdisciplinarios para implementar dicha política, usándolos como *hubs* de la estrategia nacional: en Grenoble el instituto MIAI@Grenoble-Alpes[27], en Niza el instituto 3IA Côte d'Azur[28] , en Paris el instituto PRAIRIE - PaRis Artificial Intelligence Research Institute[29] y en Toulouse el instituto ANITI - Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute[30].

ii) En Estados Unidos, la NSF anunció en septiembre de 2021 una inversión de 75 millones de dólares para crear cinco nuevos institutos para aprovechar la revolución de los datos[31]. Estos institutos quieren sumar virtuosamente a comunidades de científicos especialistas en los fundamentos de la ciencia de datos, en ciber infraestructura y en aplicaciones para formular enfoques innovadores de uso intensivo de datos para abordar desafíos nacionales críticos.

Se quiere que estos nuevos institutos lideren la innovación en la ciencia de datos, desde el desarrollo de nuevas metodologías para la gestión y el análisis de datos hasta nuevas tecnologías e infraestructuras. Se crean cinco nuevos institutos: Instituto para una nueva frontera de la información biológica impulsada por el aprendizaje automático guiado por el conocimiento dirigido desde la Universidad Estatal de Ohio.

Entre otros este centro establecerá un nuevo campo en *Imageomics*; el Instituto de Algoritmos Acelerados de Inteligencia Artificial para el Descubrimiento Basado en Datos, gestionado por la Universidad de Washington, cuyo objetivo es construir el conocimiento esencial para las aplicaciones en tiempo real de la inteligencia artificial en tres campos de la ciencia: la física de alta energía, la astrofísica y la neurociencia; el Instituto para el Aprovechamiento de los Datos y la Revolución de los Modelos en las

[26] https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf
[27] https://miai.univ-grenoble-alpes.fr/miai-institute/
[28] https://3ia.univ-cotedazur.eu/
[29] https://prairie-institute.fr/
[30] https://aniti.univ-toulouse.fr/en/
[31] https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/092821.jsp

Regiones Polares, organizado por la Universidad de Maryland, que servirá como centro de investigación en el que los expertos en ciencia de datos, ciencias del Ártico y la Antártica, y en ciber infraestructura, de sectores académico, gubernamental y privado, se reúnen para abordar las prioridades nacionales y los desafíos relacionados con el cambio climático, el aumento del nivel del mar y la rápida evolución del Ártico; el Instituto para el Diseño Dinámico Impulsado por los Datos, coordinado por la Escuela de Minas de Colorado, cuyo objetivo es abordar el reto de predecir los procesos dinámicos en los materiales; el Instituto para la Comprensión Geoespacial a través de un Entorno de Descubrimiento Integrador, I-GUIDE, dirigido por la Universidad de Illinois Urbana-Champaign, que creará un entorno de descubrimiento geoespacial integrador que aprovecha los datos geoespaciales para comprender las interacciones interconectadas a través de diversos sistemas socioeconómicos-ambientales, con el objetivo de mejorar la resiliencia de la comunidad y la sostenibilidad ambiental.

Un desarrollo muy interesante en EE.UU. es el proyecto de crear una federación de centros de supercómputo, que integre en una sola plataforma la gran mayoría de centros y laboratorios de HPC, con fines científicos[32], para tener una mega infraestructura distribuida en el país del norte, donde compartir capacidad de cómputo, almacenamiento, modelación, recursos humanos, software, etc., y tiene como visión integrar más de 1.000 instituciones de investigación. Esta iniciativa, se integrará con la iniciativa global OSG Compute Federation que ya contiene más de 100 instituciones de América del Norte, Europa y Asia.

iii) En Reino Unido: el Instituto Alan Turing[33] fue creado en 2015 como un centro transversal a todo el Reino Unido para potenciar y coordinar sus acciones en ciencia de datos. En sus inicios las instituciones fundadoras fueron las universidades de Cambridge, Edimburgo, Oxford, University College London y Warwick, y el Consejo de Investigación de Ingeniería y Ciencias Físicas del Reino Unido. El 2018 se sumaron las universidades de Leeds, Manchester, Newcastle, Queen Mary University of London, Birmingham, Exeter, Bristol y Southampton, creando uno de los *hubs* más potentes europeos para la ciencia de datos. Su financiamiento se ha basado en proyectos con el estado y otros socios universitarios y de la industria, y en 2021 obtuvo financiamiento por 10 millones de libras del Consejo de Investigación de Ingeniería y Ciencias Físicas del Reino Unido para 2021/2022 para invertir en áreas estratégicas de la IA y la ciencia de datos. Los principales objetivos son impulsar la investigación en ciencia de datos e IA y aplicarla a problemas del mundo real, generando la creación de nuevas empresas, servicios y empleos, formar a los líderes del futuro en ciencia de datos e IA con la amplitud y profundidad necesarias de las habilidades técnicas y éticas para satisfacer las crecientes necesidades industriales y sociales del Reino Unido, y dirigir la conversación pública a través de la

[32] Ver https://www.youtube.com/watch?v=kflGAB34BDo a partir de 1 hora 32 minutos

[33] https://www.turing.ac.uk/

investigación que establece la agenda, el compromiso público y el asesoramiento técnico de expertos.

Todos estos ejemplos se sustentan en la potencia de sus instituciones y sus construcciones científicas y tecnológicas históricas, generan ejes fuertemente interdisciplinarios e interconectados con escuelas potentes en matemáticas, ingeniería y ciencias de la computación, fomentan un contexto estrecho entre la academia, la industria y el estado, son polos de formación en un sentido amplio de las futuras generaciones de desarrolladores y aplicadores de la ciencia de datos, y potencian la creación de infraestructuras críticas. Estos ejemplos y las experiencias chilenas de la última década, además de una mirada realista a nuestra infraestructura, recurso humano y capacidad de inversión, deben inspirarnos para construir una organización para la ciencia de datos amplia en lo científico, que privilegie los modelos asociativos, pero identificando polos de desarrollo que se articulen nacional o regionalmente detrás de una organización y principios comunes. Es decir, un ecosistema para la ciencia de datos por sobre caminos que sólo favorezcan la especificidad. Estos polos serán los ojos y la fuerza de trabajo de la sociedad en ciencia de datos y sus aplicaciones. Esta estructura debe poder coordinar e integrar de manera flexible y transversal los programas de formación, generar espacios para sumar al mundo público y privado a las actividades de la academia con el fin de acelerar la adopción y proceso creativo necesario para el mejor aprovechamiento de esta era de los datos, y articular una forma de gobernanza de datos para la ciencia que resguarde todos los aspectos de protección de datos usando y creando las mejores tecnologías disponibles y dando espacio para generar ciclos virtuosos desde datos públicos y privados. El laboratorio nacional NLHPC es un excelente ejemplo de plataforma que ha dado forma a un ecosistema para la ciencia de datos virtuosa para el país, su red nacional de instituciones académicas, industria y Estado, ha avanzado principios de trabajo comunes y ha entendido lo que significa coordinar a nivel nacional el expertise en ciencia de datos e infraestructura para esta era.

Desarrollo de infraestructura habilitante

Sebastián Ríos, Claudio Estévez, Cesar Azurdia, Jorge Sandoval,
Eliecer Peña-Ancavil, Jorge Silva, Sandra Céspedes
Equipo Espacio 5G, Universidad de Chile

Introducción

En la cuarta revolución industrial, la conectividad y la extracción de información desde volúmenes masivos de datos constituyen fuentes renovadas de generación de valor. Si bien la evolución científico-tecnológica contemporánea ha permitido dotar de "inteligencia" a los más diversos dispositivos cotidianos, gracias a la miniaturización de la electrónica, especialistas aseveran, reiteradamente, que los datos, y su consiguiente transformación en información para la toma de decisiones, son en la actualidad "el nuevo petróleo".

Estos son todos procesos donde es imperativo una colaboración transfronteriza a escala global, por lo cual, en el marco del intercambio de datos, masivamente, es clave el desarrollo y la instalación de infraestructura habilitante para la conectividad ubicua. Por cierto, que las conexiones a internet de alta velocidad y baja latencia son esenciales.

Nuestro país presenta condiciones "naturales" muy destacadas para los procesos de conectividad global, con perspectiva de futuro, que ya están siendo aprovechados. El territorio chileno se extiende a lo largo de una vasta gradiente latitudinal en la cual el Estado de Chile se ha comprometido, por medio de innovaciones institucionales, políticas y legislativas, a instalar en nuestro país infraestructura habilitante de frontera para la conectividad.

Se han generado políticas públicas, desde un enfoque *multistakeholder*, para "tejer" diversas redes de fibra óptica y así conectar el territorio desde Arica a Punta Arenas (Fibra Optica Nacional y Austral) y con nuestros países socios de la Cuenca del Pacifico (cables Humboldt con Nueva Zelanda y Curie con California). Asimismo, una sólida institucionalidad cautela la neutralidad de la red en Chile, la protección de los datos personales y el resguardo de los neuroderechos. Chile ha sido reconocido en múltiples oportunidades por ser un país abierto al emprendimiento científico-tecnológico, donde la incubadora Start-Up Chile es un referente para nuevos negocios de base científico-tecnológico.

Dentro del avance de Chile en las tecnologías habilitantes, la licitación del espectro radioeléctrico para la instalación de infraestructura habilitante y explotación comercial de redes móviles de quinta generación (5G) se ha destacado como una referencia a nivel internacional. Fue un proceso marcado por la transparencia, la integridad, que generó importantes réditos financieros al Estado de Chile y que asignó un lugar especial a la I+D+i en 5G, con el establecimiento de dos "Espacios 5G".

Ambos "laboratorios", instalados en las universidades de Chile y de Concepción, constituyen una senda infraestructura habilitante para acercar las nuevas tecnologías de la conectividad a los más diversos actores de la comunidad nacional, constituyéndose como un referente con capacidad *glocal* en torno a la I+D+i en materia de 5G.

A partir de esta realidad tecnológica habilitante contemporánea con un destacado alcance a nivel nacional, es necesario reflexionar en torno a las dimensiones, temas y desafíos que plantea el valor estratégico de la infraestructura habilitante para la proyección global de Chile.

Todos estos son ámbitos donde la acción diplomática puede contribuir: pensar en la atracción de nuevas inversiones, en el entendimiento de las repercusiones de las tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial, en negociaciones y/o acuerdos que nuestro país suscriba y promover capital humano avanzado en comunidades profesionales especializadas globales como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, sigla en inglés) o la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) .

Esto es parte de una matriz estratégica, en la cual la política exterior tiene renovados espacios para actuar. Allí, Chile está en condiciones de articular cooperación público-privada y un posicionamiento en las redes de conocimiento científico y de innovación tecnológica, expresivas de nuevas dimensiones del poder.

Desde el Espacio 5G, instalado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, efectuamos un especial reconocimiento a la Academia Diplomática de Chile por ofrecer un espacio para que la diplomacia chilena, además de quienes deban representar a Chile en el exterior, puedan comprender la urgencia de abrirse a la adopción de las tecnologías e infraestructuras habilitantes, que avanzan vertiginosamente (el 5G, el Internet de las Cosas o la Inteligencia Artificial).

Allí radica el semillero que Chile necesita para maximizar nuestras potencialidades, perfeccionar nuestra apertura hacia el exterior y contar con la capacidad de escribir el futuro, que ofrece importantes oportunidades para el bienestar de toda la sociedad. Esto implica incorporar en la formación estas innovaciones tecnológicas que integran una visión de país y de sociedad, en la cual regiones, brechas y asociatividades deben ser parte de nuevas formas de diplomacia, donde una participación multiactores es fundamental.

¿Qué entendemos por habilitante?: referencias desde el transporte en "ciudades inteligentes".

El progreso tecnológico, en un sentido amplio, ha permitido generar avances sustantivos en la evolución de los países, las sociedades y las personas. Su impacto se ha expresado en el acceso a nuevos y mejores servicios, a información y transparencia, a la generación de renovadas "economías de escala" - aumento de productividad y reducción de costos - en organizaciones público/privadas, lo cual les permite entregar mejores servicios a menores precios.

En este contexto, las redes de comunicación son una parte fundamental del encadenamiento de tecnologías necesarias para lograr diversas soluciones, que "habilitan" la provisión de esos nuevos servicios. En especial, Internet ha estimulado el desarrollo de nuevas tecnologías, muchas de ellas, revolucionarias. Estas no serían posible sin la existencia de redes de comunicación inalámbricas y móviles, que permiten la conectividad de manera casi ubicua.

En tan solo dos décadas, servicios tales como los sistemas de mensajería instantánea, redes sociales, las aplicaciones de *streaming* de música o video, los sistemas de telefonía IP se convirtieron en ejemplos emblemáticos del impacto de estos desarrollos. También, los sistemas de videoconferencia y de trabajo colaborativo, que fueron adoptados masivamente durante la presente coyuntura sanitaria del COVID-19, facilitaron la continuidad de la vida laboral.

Hoy, enfrentamos una disrupción tecnológica que está cambiando rápidamente todos los aspectos de la sociedad y, especialmente, las organizaciones públicas y privadas. Si bien esta tiene expresiones en las más diversas industrias y ámbitos (el deporte, la gestión hospitalaria o las cadenas de suministro), un enfoque holístico que ayuda a entender estos cambios, corresponde al concepto de "ciudades inteligentes" (Figura 1).

Muchos países desarrollados han adoptado este concepto para fomentar el uso de tecnologías novedosas en el relacionamiento con el espacio urbano y nuestras comunidades. En esta línea, hay ciudades muy avanzadas trabajando activamente en esta dirección. Singapur es uno de los ejemplos más notables a nivel mundial[34] y también lo son Barcelona, Londres, Nueva York y Tokio.

En todos estos casos, existen múltiples líneas de trabajo que se desarrollan sobre diversas tecnologías y permiten implementar las ciudades inteligentes a través de diversos dominios de aplicación, de acuerdo a la Figura 1.

Si bien la creación de una "ciudad inteligente" es el fruto de sinergias entre una multiplicidad de disciplinas como la arquitectura, el diseño, las ciencias sociales y la ingeniería, esta sería imposible, en la actualidad, sin la existencia de un "tejido" de redes de comunicación. Esta es la infraestructura tecnológica que facilita, de forma casi silenciosa, el libre flujo tanto de los datos como de la información, "habilitando" todas las aplicaciones, nuevas y disponibles, que darán vida a esta renovada visión de nuestras ciudades.

Con todo, al referirnos a una ciudad aludimos a un "sistema complejo" en el cual la interacción reciproca del conjunto de sus partes, tanto entre ellas como con el ambiente, se basa en un comportamiento estocástico, es decir, azaroso e incierto. La

[34] Se sugiere consultar el "Lee Kuan Yew World City Prize", en honor al Primer Ministro de Singapur Lee Kuan Yew. Disponible en: https://www.leekuanyewworldcityprize.gov.sg/

"inteligencia" de las ciudades, proveniente de los múltiples dispositivos y algoritmos con los cuales se miden los fenómenos y procesos urbanos demandan, de igual manera, mínimos comunes que faciliten la gobernabilidad de las ciudades y las condiciones de habitabilidad para las personas.

Estos vertiginosos avances a su vez se han expresado en las agendas de desarrollo de los estados, evidenciando las virtudes y riesgos de estas nuevas tecnologías. A su vez, el sistema internacional ha incorporado en diversos espacios y foros nuevas agendas que atienden los desafíos globales que estas innovaciones conllevan.

La diplomacia, en su rol coadyuvante, ha servido para articular diversas posiciones e intereses, visibilizar diversas realidades locales y regionales, y establecer diálogos entre actores con niveles asimétricos de poder. Estos recientes avances, van incluso más allá permitiendo habilitar nuevas tecnologías, innovaciones, servicios y medios de usos como nunca antes, inclusive para digitalizar sectores tradicionales.

En este contexto, otro aspecto fundamental de las ciudades inteligentes son también las nuevas tecnologías que habilitan la automatización de procesos. Dos términos que se centran en lo anterior: "*Robot Process Automation*" (RPA)[35] e Industria 4.0[36]. Estos expresan las diferentes maneras a través de las cuales estas metodologías de automatización contribuyen a la eficiencia de las organizaciones, lo cual no sería posible sin el tejido de redes de conectividad tanto locales (por ej. las diferentes unidades de negocio de una fábrica o planta productiva) como externas (contacto con stakeholders y/o clientes).

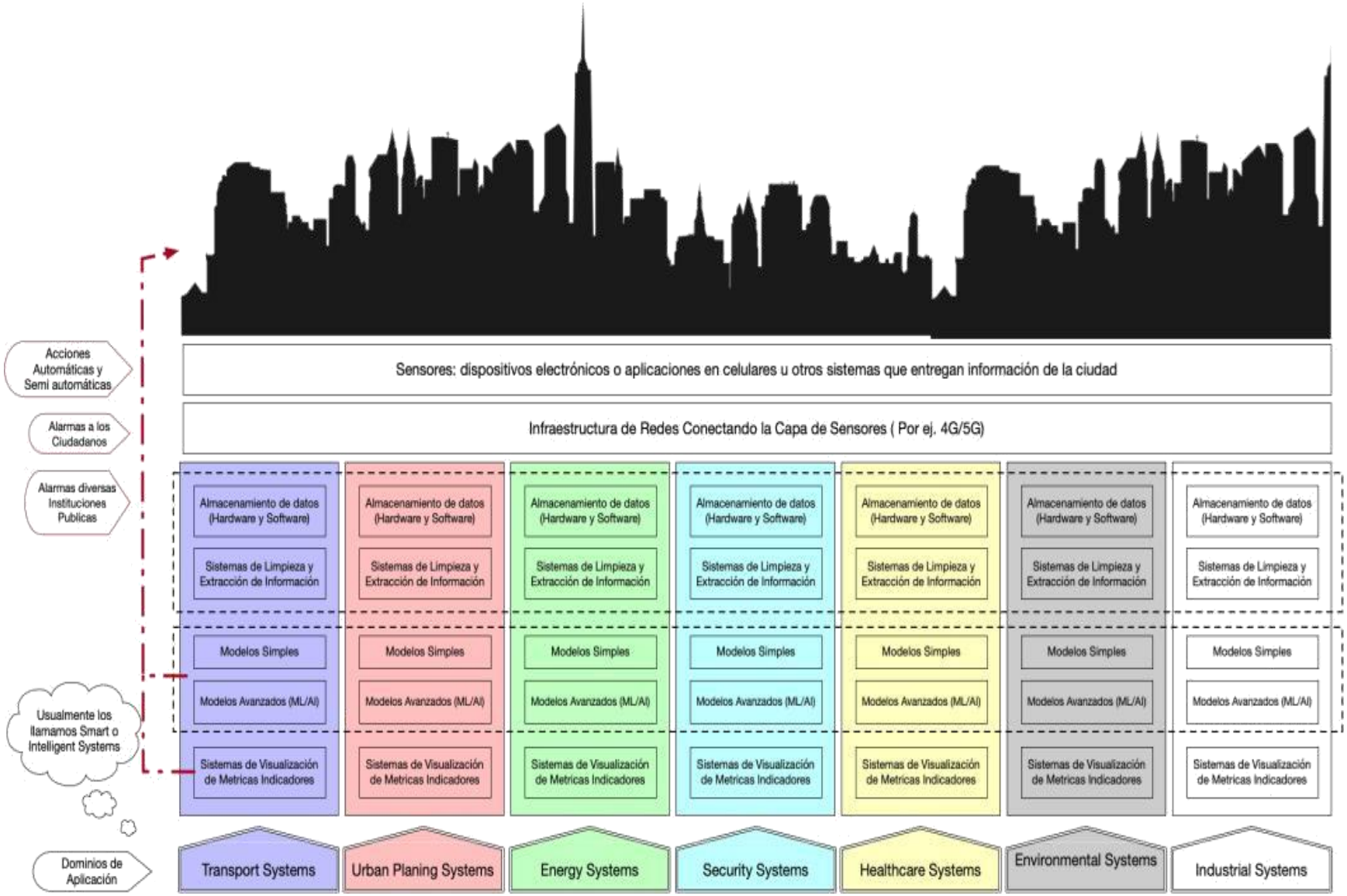
Indicamos en párrafos supra que las ciudades contemporáneas son sistemas complejos, producto de la aleatoriedad que radica en la interacción recíproca entre el conjunto de sus partes. Desde la figura 1, podemos ver que la integración de tecnologías habilitantes con el espacio urbano reconoce siete dominios de aplicación.

Sin perjuicio de la relevancia y/o pertinencia de cada uno de estos, ese carácter eminentemente complejo de las ciudades contemporáneas puede verse mayoritariamente en el ámbito del transporte de mercancías y personas. Son millones de ciudadanos y ciudadanas que se dirigen a sus destinos cada día y miles de camiones cuyas funciones (saneamiento, transporte, respuesta a emergencias) aseguran el carácter operativo del espacio urbano.

[35] El *Robot Process Automation* (RPA) se ha instalado fuertemente en la industria de servicios (banca, retail y salud, entre otras) que buscan automatizar procesos productivos de empresas de servicios. Por esta razón, RPA tiene un enorme potencial de impacto en empresas de producción minera, automóviles u otras.

[36] Otro termino más antiguo (2012) es el de Industria 4.0, que recién el 2020 comenzó a cobrar más fuerza en Chile. Similar al RPA, Industria 4.0 busca la automatización de líneas productivas en industrias manufactureras. Estas líneas productivas usualmente ya utilizan robots para fabricar bienes de manera masiva. Lo que persigue Industria 4.0 en este contexto es mejorar las eficiencias de estas líneas productivas. Aspectos que se busca optimizar son la reducción de tiempos muertos, mejor gestión de las fallas, reducción de desperdicios, entre otros.

Figura 1: Concepto de Smart City y su relación con diversas tecnologías habilitantes Fuente: Sebastián A. Ríos



Hace solo 20 años, la dependencia de la gobernabilidad del espacio urbano, con respecto al elemento humano era imprescindible. Es más, la participación de la ciudadanía, en sus diferentes expresiones, en el espacio urbano podría constituirse en una octava expresión de los dominios de aplicación de las tecnologías habilitantes. Tan solo pensemos en el simple policía de tráfico que sancionaba infracciones o dirigía el tránsito, e incluso en el operario de una caseta de peaje. Todas tareas repetitivas propias de una configuración neotaylorista.

Los sistemas de transporte son una de las dimensiones más intensivas en el uso de aplicaciones basadas en tecnologías habilitantes, siendo transversal a todos los modos de la partición, donde la "automatización de lógicas de negocio" tiene un impacto significativo. En la actualidad, ciudades como Santiago han instalado en el espacio urbano una amplia diversidad de dispositivos, herramientas e instrumentos para dar gobernabilidad, coordinación y sanción al transporte cotidiano de millones de santiaguinos todos los días.

Esta es una muy breve invitación a detenernos un minuto y tomar conciencia de que hoy, en Santiago, tomar un taxi significa abrir una aplicación que en tiempo real indica al usuario toda la información valiosa de su trayecto (conductor, precio, tiempo hasta el destino). Es también, al transitar por una autopista urbana, el cobro por el uso sin necesidad de detenerse (*free flow)* o de señalética que cambia de acuerdo a las condiciones del tráfico. Son aplicaciones para el smartphone, con la capacidad para guiar a los usuarios de cualquier modo de la partición, por las rutas más optimas hasta sus destinos: datos que constituyen un insumo invaluable para el tomador de decisiones de la movilidad urbana pública.

Todo lo anterior solo es posible mediante dispositivos (Smartphone, pórticos de peaje, cámaras de seguridad) conectados a redes de conectividad basadas en Internet de alta velocidad y de baja latencia, además de una infraestructura computacional para recibir, almacenar y tratar todos los datos generados por esos dispositivos. Lo interesante, en la actualidad, a través del acceso y tratamiento de grandes volúmenes de datos, y el desarrollo de la inteligencia artificial es también viable automatizar tareas que requieren un nivel más elevado de razonamiento y sofisticación.

Ahora bien, las empresas y organizaciones han ido adoptando, de manera intensiva, sistemas computacionales y diversas tecnologías, que permiten no solo ejecutar un proceso de manera virtual (como, por ejemplo, comprar en el supermercado en línea), sino que también, nos permiten monitorear y controlar dichos procesos (por ej., verificación de existencias y/o seguimiento por geolocalización). Es decir, actualmente estamos llegando a un nivel de digitalización en los procesos productivos que permite tener muchos datos de la ejecución de dichos procesos en diversas industrias.

En este contexto es donde surge lo que hoy conocemos como *Data Science* para aplicaciones industriales. Esta disciplina busca aplicar algoritmos de reconocimiento de patrones y aprendizaje automático, con el

fin de poder descubrir y/o generar estas lógicas de negocio y, en los mejores casos, automatizarlas. Por ejemplo, siguiendo el caso de los sistemas de transporte en el contexto urbano, se podría automatizar la comunicación y sanción de infracciones al transitar a exceso de velocidad o por una vía reservada al transporte público. Para todas estas innovaciones se requieren datos, muchas veces de dominio público, aunque lo más importante aún es instalar una regulación que habilite su funcionamiento y proteja a la ciudadanía de usos unilaterales.

Para ello, se busca capturar los datos desde las máquinas de la línea productiva para almacenarlos en un repositorio desde el cual aplicar los modelos de *Data Science* para así generar estas mejoras mediante el análisis de los patrones observables en millones de registros de la operación de las maquinarias.

Justamente, los datos ya existen en estos robots (comúnmente llamados "maquinas herramientas"), y el gran desafío de los años recientes ha sido la creación de protocolos de transmisión de datos masivos al interior del sistema en el cual se encuentran. De este modo, nuevamente podemos ver, que el primer eslabón en la cadena de la evolución tecnológica son las redes de comunicación, las cuales juegan y jugaran un papel fundamental en el desarrollo futuro de nuestras sociedades.

Por último, la digitalización de servicios por medio de *Data Science* e Inteligencia Artificial está avanzando a velocidades increíbles, por lo que muchos estados han relevado la importancia de avanzar en mecanismos, instrumentos y espacios ad-hoc que les permitan a los reguladores adaptarse. No obstante, también, se han identificado riesgos latentes por medio del mal uso de las tecnologías por agrupaciones criminales, como entre estados.

Tecnologías habilitantes: 5G y *Beyond* 5G

Más allá de Internet y del uso generalizado de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), la cuarta revolución tecnológica en curso avanza hacia la implementación de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, la robótica, los vehículos autónomos, entre otras, modificando procesos y actividades. El uso de TICs de última generación, tales como 5G y B5G (más allá de 5G, en sus siglas en inglés) tendrán grandes efectos y mejoras en varios ámbitos de nuestras vidas; tales como educación, vivienda, salud, transporte y comercio electrónico.

5G es el acrónimo para la quinta generación de dispositivos y redes móviles, que se caracteriza por ser una tecnología inalámbrica de alta velocidad, gran capacidad y baja latencia (tiempo de respuesta de la red). El 5G multiplicará por diez la velocidad promedio de navegación en Internet, mientras que tendrá 100 veces más capacidad para conectar dispositivos en comparación con las actuales redes 4G. Además, el 5G permitirá la interacción entre distintos dispositivos y maquinas, permitiendo el dialogo entre estos y el despliegue del Internet de las Cosas (IoT) en Chile.

La llegada del 5G significará una mejora en la calidad de vida de las personas, además de un notable aumento de la productividad

del país. En forma general traerá los siguientes beneficios al país:

• Tendrá 100 veces más capacidad que las actuales redes 4G. Esto evitar que colapse la red en situaciones de alta demanda; como en desastres naturales, pandemia, entre otros. Por lo tanto, permitirá que la población se mantenga comunicada con una velocidad de navegación razonable. • Permitirá la masificación de la telemedicina, la educación a distancia y el teletrabajo en todas las regiones del país. • Permitirá la conexión de distintos objetos y sensores con Internet, lo que servirá tanto para los sectores productivos, como para los de usos más cotidianos. • Beneficiará al transporte, permitiendo la gestión de búsqueda de estacionamientos, la administración de semáforos, la eficiencia en el uso de vehículos, entre otros.	• Permitirá que las velocidades promedio de navegación sean 10 veces más rápidas que el 4G, mucha mayor capacidad y menor latencia (mayor capacidad de respuesta). • Las empresas podrán acceder a nuevas aplicaciones para optimizar sus procesos productivos como el teletrabajo, ciudades inteligentes y herramientas de seguridad vial, riego tecnificado, entre otras. • Fomentará el E-Commerce, donde 5G se convertirá en una carretera digital de alta velocidad para el comercio entre las diferentes regiones del país. • Permitirá ver en streaming y descargar videos en calidad HD o Ultra HD con mayores velocidades, sin necesidad de conexiones a Internet por cable.

Más allá de todas las implicaciones tecnológicas, además de todo lo que conlleva instalar y poner a punto una red 5G, recordemos que, en la historia de la humanidad, más aún en el ámbito de las Tecnologías de la Información, son aquellos cambios más radicales, los que a la postre han marcado las nuevas tendencias. 5G es un hecho, pues no solo promete mucho en lo que respecta a sus alcances tecnológicos, sino que además será una inmensa mina de oro (literalmente) para aquellas empresas que sepan ofertarlo, implementarlo y aprovecharlo.

Como ha sucedido a lo largo de los últimos 40 años, hemos visto que aproximadamente cada 10 años tenemos una nueva generación de telefonía celular. En el caso de 5G, el proceso de estandarización empezó en 2015 y su primera versión fue concluida a finales de 2017. Aunque la estandarización a cargo del grupo 3GPP está en continuo desarrollo, la industria ha realizado esfuerzos al implementar las primeras redes 5G con la primera versión (*Release 15*). El despliegue masivo de 5G NR (new radio) en su etapa inicial a escala mundial inicio en 2019. Debido a la creación del *Release 15* y el continuo desarrollo del estándar 5G por parte del grupo 3GPP, ya ha empezado la investigación y propuestas de lo que será el 6G[37] a nivel global.

[37] Dicha tecnología será la sucesora de las redes móviles de quinta generación (5G) y será significativamente más rápida (95Gb/s aprox.). Empresas como Samsung, Nokia, LG, Huawei e incluso gobiernos (Finlandia, Reino Unido, Corea del Sur y Japón) han mostrado interés en esta tecnología. Se estima la comercialización del 6G hacia 2030, teniendo consiguientes. Estos avances significan importantes inversiones e ingresos para los estados más tecnologizados, cuyas agendas de desarrollo consideran la proliferación de gigantes digitales en territorio nacional. Adicionalmente, existe un interés de ser definidores de estándares en una lógica "*the first to arrive is the first to be served*" para mercados potenciales, inversiones, innovaciones, insumos,

Internet de las Cosas (IoT)

Estamos viviendo en una era de hiperconectividad, donde la Internet se ha integrado en nuestra vida cotidiana y ha desencadenado una ola de desarrollos tecnológicos. Uno de los últimos avances tecnológicos es la creación de la Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things). Usando esta tecnología es posible tener interacción entre las unidades de procesamiento y los sensores y actuadores.

La Internet de las Cosas es una de las herramientas principales de una Ciudad Inteligente. Las unidades de procesamiento, como las computadoras, tienen la capacidad de automatizar muchos procesos, pero al integrarlo con sensores y actuadores se crea un sistema ciberfísico. Cuando este sistema ciberfísico se extiende a toda la Internet, se conoce como la Internet de las Cosas. Podríamos definir la Internet de las Cosas como el sistema ciber-físico más amplio del mundo, que incluso se extiende hasta el espacio.

Componentes del IoT

El Internet de las Cosas se compone de nodos[38] o "cosas" identificables. Se pueden dividir en 4 categorías: unidades de procesamiento, sensores, actuadores e interfaz gráfica del usuario. Todos estos operan sobre una infraestructura de conectividad que opera sobre la misma red de la Internet: la capa de conectividad puede incluir una variedad de tecnologías de conectividad (fibra óptica, Wi-Fi, Bluetooth, redes celulares, hibrido de fibra/coaxial, línea de abonado digital, WiMax).

Analicemos los componentes en el orden en que fluyen los datos.

- Los sensores son dispositivos que recopilan los datos. Existen muchos tipos de componentes que monitorean, como sensores de temperatura, presión barométrica, luz visible, luz infrarroja, presión física, humedad, salinidad, para detectar gases específicos, químicos en el agua, etc. También pueden recolectar datos como videos, imágenes o sonidos. Incluso, el tiempo puede ser un elemento monitoreable y horas especificas pueden gatillar acciones. Básicamente cualquier información que pueda ser útil se monitorea y si es necesario se retroalimenta a un sistema autónomo para cumplir alguna función. Los sensores proveen los datos a las unidades de procesamiento.

- Las unidades de procesamiento se encargan de darle utilidad a los datos. Estos pueden realizar tareas como analizar, filtrar, minar, extraer, alertar o simplemente retransmitir los datos a una interfaz gráfica. Las unidades

acoplamiento de cadenas de valor y desarrollo. Por esta razón, los países líderes se han abocado en asegurar su participación al más alto nivel en UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

[38] Sin perjuicio de la especificidad técnica, en general, los dispositivos emisores/sensores (nodos) son sistemas empotrados con funcionalidades básicas y por lo tanto económicos e ideales para despliegues masivos. En muchos casos, mientras más grande es la red de sensores más información se puede extraer de su entorno. Los nodos son pequeños, dado que su funcionalidad es muy enfocada y acotada. Su única función es capturar datos y enviarlos a la estación base. Estos también tienen gran autonomía dado que requieren poca potencia, en algunos casos pueden durar 10 años con batería.

de procesamiento pueden ser desde pequeñas tarjetas madres como *Raspberry Pi/Arduino* o pueden ser servidores compuestos de una red de computadores (como la nube) capaces de procesar cantidades masivas de datos. La capacidad de procesamiento está relacionada al tipo de arquitectura, centralizada o distribuida, que veremos en la sección Arquitectura. Cuando los datos recolectados se usan para controlar algo físico, las unidades de procesamiento envían datos a actuadores.

- Los **actuadores** son dispositivos controlados por las unidades de procesamiento o en algunos casos directamente por el usuario. Pueden ser desde dispositivos simples que sirven para alertar como un LED, flash o sirena (alarma), o puede ser algún dispositivo mecánico que realice alguna tarea como abrir una puerta, abrir una llave de paso, encender/apagar un dispositivo, calentar, enfriar, regar, limpiar, mover, etc.

- La **interfaz gráfica del usuario** es la forma en que una persona puede interactuar con el sistema. Tiene básicamente dos funciones, visualizar información y controlar manualmente algún aspecto del sistema. La visualización puede ser de los datos recolectados, ya sea directo (también llamado dato crudo) o procesado, como también puede ser del estado de los componentes, o sea, si esta encendido, si está bien de salud (sin fallas) o si está en línea (hay conectividad con el componente).

- Todos estos componentes funcionan sobre una **capa de conectividad.** Esta capa es transparente desde el punto de vista de los componentes, pero existen tecnologías que prevalecen y son favorables para muchas aplicaciones las cuales veremos a continuación.

Algoritmos e Inteligencia Artificial

La continua y rápida evolución de las tecnologías de comunicación inalámbricas se explica en parte por la evolución en necesidades y demandas de las personas que utilizan estas redes para comunicarse y tener acceso a servicios. Hace algunos años era impensable que aplicaciones como Netflix o Instagram existiesen. En algunos años, es muy factible que estas sean una nota al pie de página, reemplazadas por otras aplicaciones con foco en otras necesidades o servicios que aún no anticipamos. En esto la Internet se ha vuelto una parte fundamental de cómo se entiende hoy en día la interacción en una sociedad.

La Internet permite el libre intercambio de ideas, así como de cultura, entretenimiento, negocios, educación, salud, etc. Paradójicamente el despliegue de redes cada vez más rápidas y con mejores prestaciones (producto de los enormes avances en las tecnologías de comunicación), acelera el proceso de masificación de soluciones que son capaces de utilizar estas redes, así como de las demandas de personas que exigen servicios

que requieren redes cada vez más rápidas, versátiles y robustas.

La configuración y puesta en marcha de una red inalámbrica requiere de una larga lista de parámetros. Muchos de estos se determinan de manera heurística debido a que no necesariamente existen parámetros que permitan obtener una configuración óptima especialmente cuando se tiene condiciones que cambian continua y rápidamente, lo cual paradójicamente es una característica intrínseca en las redes inalámbricas.

El desarrollo e implementación de nuevas generaciones de redes móviles se vuelve progresivamente más complejo, debido a que deben cumplir con complejos requisitos de funcionamiento y satisfacer elevadas cuotas de demanda en una amplia gama de aplicaciones, así como funcionar de forma robusta bajo diversas y variadas condiciones.

En este tipo de escenario, métodos basados en el uso de Machine Learning (ML) pueden proporcionar soluciones optimas o cuasi-optimas debido a que no solo aprenden de los escenarios (datos de operación), y se adaptan a ellos, sino que pueden predecir respuestas adecuadas para cada comportamiento de la red en la medida que dicha información esté disponible para entrenar estos modelos.

Como todas las grandes ideas, la inteligencia artificial (AI) se basa en un principio sencillo y fundamental, en un principio que los seres vivos evolutivamente han adquirido para sobrevivir desde los origines de la vida: aprender de las experiencias y utilizar ese conocimiento para tomar decisiones respecto a su entorno.

A grandes rasgos el proceso de Machine Learning puede dividirse en 2 pasos, en el primero se crea un modelo predictivo mediante entrenamiento (basado en observaciones anteriores) en donde, según la metodología aplicada, el algoritmo aprende de una serie de inputs de entrada (datos). En el segundo paso, se alimenta el modelo predictivo (previamente entrenado) con nueva información y se obtienen predicciones a partir de este. La etapa de entrenamiento, donde se obtiene el modelo predictivo mediante aprendizaje, generalmente se clasifica según el método de aprendizaje: supervisado[39], no supervisado[40], semi-supervisado[41] y reforzado[42].

[39] Se obtiene un modelo o función, a partir de un conjunto de pares de puntos, vectores de entrada y salida esperada. Dependiendo del enfoque pueden considerarse algoritmos de regresión si generan valores continuos o algoritmos de clasificación si predice la clase a la que pertenece el conjunto de datos.

[40] Busca identificar la estructura de los datos de entrada sin un conocimiento a priori de los mismos, agrupándolos en función de sus similitudes con tal de encontrar patrones relevantes, por lo cual los datos de entrada no están etiquetados ni se tiene una salida deseada.

[41] Utiliza características de aprendizaje supervisado y no supervisado, donde se tienen datos etiquetados (pocos) y datos no etiquetados (muchos). Los métodos semi-supervisados analizan la información de los datos no etiquetados, generando un modelo que realiza predicciones sobre nuevos ejemplos. Este método es de mucha utilidad práctica pues no requiere el (normalmente) costoso proceso de etiquetar los datos disponibles para entrenamiento del modelo.

[42] Estos algoritmos aprenden en base a un proceso de prueba y error, estableciendo un criterio que diferencia un comportamiento positivo de uno negativo, premiando al primero y castigando al segundo. Este proceso de retroalimentación permite que el algoritmo sea capaz de descubrir la manera más eficiente de maximizar el resultado esperado por medio de una política de recompensas muy general.

Si bien la IA, y particularmente ML, ofrecen resultados sobresalientes para el diseño de clasificadores y estimadores en muchas tareas de inferencia y toma de decisión, también tiene sus propios desafíos y falencias. Dentro de ellas se encuentra lo difícil que resulta dar una correcta interpretación a los resultados que ofrece, así como diferenciar resultados relevantes de otros que no lo son tanto. Por otro lado, la implementación de estas soluciones (caja negra) requiere de muchos datos de operación de buena calidad y mucha potencia de cómputo y tiempo, particularmente en la etapa de entrenamiento de los modelos. En resumen, la implementación de modelos de IA tiene asociada una alta complejidad en comparación con los sistemas de entrenamiento de modelos de inferencia más tradicionales.

Dependiendo de la complejidad de un problema, no siempre es práctico obtener una solución óptima, si para alcanzar dicha solución se deben disponer de muchos recursos de datos y computo, que es posible que no estén disponibles. En este sentido algo destacable de ML es que no busca optimalidad en su solución, sino una buena alternativa al problema dado los recursos disponibles, la que progresivamente puede ir mejorando en la medida que se cuenten con más recursos e información del problema.

Entendiendo cuán relevante es la integración de técnicas de IA en el diseño y operación de sistemas de última generación (5G), organismos como ETSI e ITU se han esforzado por desarrollar estándares que puedan ser integrados a 5G. En el caso de ITU-T establecieron el equipo *ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G* desde donde se redactaron 10 especificaciones técnicas basadas en el uso de ML para redes futuras, incluyendo interfaces, arquitecturas de red, protocolos, algoritmos y formatos de datos. Así como hace una década atrás se hablaba de la tendencia hacia la digitalización y automatización de servicios, hoy podemos hablar de lo mismo pero orientado a redes, esto gracias a la masificación y madurez de servicios como la virtualización.

En el caso del estándar 5G, este se diseñó con un claro foco en virtualizar las redes para así aprovechar de mejor manera los recursos. Para ello se estableció el *ETSI Zero Touch network and Service Management* (ZSM) con tal de desarrollar una arquitectura de gestión de red y servicios de extremo a extremo. Esta arquitectura busca crear redes en gran medida autónomas, que toman decisiones en base a una serie de reglas de alto nivel, haciendo que tareas (típicamente humanas) como configuración, control, y optimización pasen a ser tareas que las redes realicen automáticamente. Para esto se tiene como foco utilizar técnicas de IA como ML para implementar los objetivos planteados.

La filosofía de diseño de 5G es su visión de futuro, no solo busca brindar servicios de un proveedor a los consumidores (que es lo habitual), sino que también para permitir que una amplia gama de soluciones pueda coexistir, entregando y retroalimentándose con información de varias fuentes.

Esto es un requisito fundamental para el diseño de las *smart cities*, una ciudad

completamente conectada en donde un amplio abanico de dispositivos esté en comunicación continua. Es necesario, en consecuencia, tener modelos que sean capaces de procesar toda esta información y obtener soluciones de valor para los usuarios. Como se ha comentado, procesar grandes volúmenes de información puede ser complejo e inabordable en las metodologías tradicionales, donde se hace difícil decidir que dato es relevante si la capacidad de análisis es limitada.

Por otro lado, grandes volúmenes de datos son lo que alimenta la implementación de ML, creando modelos de inferencia suficientemente precisos (no óptimos) para las aplicaciones. Estos modelos ya entrenados entregan (frente a nueva información) una respuesta inmediata lo cual es de particular relevancia para casos como el de conducción autónoma.

Espacio 5G como infraestructura habilitante.

Pensado como un espacio colaborativo, el Espacio 5G de la Universidad de Chile está ubicado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la FCFM. Reconocido como el primer espacio experimental de la iniciativa Campus 5G, este laboratorio dio inicio formal a sus operaciones el 17 de diciembre de 2020. Dentro de sus prestaciones se encuentran la conectividad 5G-NSA en la banda de 3.5 GHz y la conectividad 5G en la banda de 28 GHz. Ofrece además acceso a terminales de usuario con tecnología 5G y a espacios de trabajo individuales y colaborativos al interior del laboratorio.

El Espacio 5G es infraestructura habilitante por definición, y permite, de forma muy temprana, el acercamiento a nuevas tecnologías, involucrando no solamente al ecosistema académico (i.e., estudiantes de pregrado y postgrado, investigadores e investigadoras y personal académico en general) sino a todos los actores que intervienen en el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías. Para cumplir su misión, el Espacio 5G considera siete lineas de impacto descritas a continuación.

Investigación

Esta línea esta principalmente dirigida a desarrollar investigación en temas de frontera de "5G and Beyond 5G", con involucramiento de personal académico y de investigación. Esta línea permite además investigar en temas que son rápidamente transferibles a los asociados del proyecto, realizando por ejemplo sondeo de nuevas ideas y pilotaje de innovación que incorporan tecnología 5G. Como resultado del ejercicio de investigación se crea personal altamente calificado y se acelera el despliegue de nuevas tecnologías.

Exploración de casos de uso

Esta línea considera la dedicación de un equipo de investigación y desarrollo para abordar el desarrollo de proyectos aplicados y la implementación de demostraciones en diversas áreas verticales (e.g., transporte, minería, industria inteligente, telemedicina, realidad aumentada, etc.). La cercanía con Centros de Excelencia que abordan las diferentes áreas verticales permite una conexión cercana a problemáticas de industrias o grupos sociales, para de esta manera definir los proyectos a abordar ajustados a su aplicabilidad a la realidad del país.

Espacio de co-creación y validación

Esta línea pone a disposición el espacio experimental para que emprendimientos de base tecnológica puedan probar sus productos o nuevas ideas de negocio basadas en 5G. Se ofrece como un espacio abierto, con acceso a equipamiento y apoyo de personal experto que puede ser aprovechado por terceros para avanzar en sus desarrollos tecnológicos cuando la tecnología comercial aún se encuentra en etapas iniciales de despliegue y pruebas.

Centro de pruebas y experimentación

Esta línea permite usar la infraestructura para pruebas de nuevos servicios, pruebas de rendimiento de nuevas tecnologías, pruebas con dispositivos finales que recién entran al mercado chileno, pruebas de integración con otras tecnologías inalámbricas, pruebas de interoperabilidad entre múltiples fabricantes de equipos, entre otros.

Capacitación

Esta línea habilita la actualización de conocimientos en torno a nuevas tecnologías, albergando además actividades de difusión y permitiendo la formación avanzada de capital humano en temas relacionados a 5G y sus áreas de aplicación.

Relación con privados

Los espacios experimentales colaborativos, como el Espacio 5G de la Universidad de Chile, se benefician de un círculo virtuoso de asociación con entidades privadas. El involucramiento por ejemplo de fabricantes (Ericsson para el ejemplo en discusión) permite asegurar la actualización tecnológica a lo largo del tiempo, de manera que el espacio no caiga en desuso rápidamente. Por otro lado, la participación activa de operadores (Entel para el ejemplo en discusión) permite acercarse a los desafíos prácticos, tanto ingenieriles como comerciales, que conllevan las grandes actualizaciones tecnológicas, como es el caso de un cambio generacional de las tecnologías móviles.

Relación con el regulador

Una estrecha relación con el regulador permite ajustar las brechas de adopción tecnológica y apoyar el desarrollo de las políticas públicas permitiendo adelantarse a los nuevos desafíos, como el uso de nuevas bandas de frecuencia o el impulso de nuevas tecnologías habilitantes.

Líneas de impacto: visión desde el "terreno".

Para ilustrar como se han expresado las siete líneas de impacto del Espacio 5G podemos destacar la colaboración hecha con la empresa británica CAMNEXUS IOT que permitió el despliegue y validación en el espacio 5G de la primera video-llamada de alta definición internacional desde Chile con las prestaciones de ancho de banda y latencia que ofrece la tecnología 5G. En la misma línea como parte de la Feria de digitalización e Industria 4.0 [43] el espacio 5G albergó un trabajo colaborativo con la empresa Phoenix Contact para desplegar y validar las prestaciones que ofrece 5G para dar soluciones de monitoreo y control a distancia y mantenimiento remoto para la Industria 4.0. [44] Estas pruebas y

[43] https://2021.oktobertech.cl

[44] https://espacio5g.cl/digital-factory-now-parte-2-nuevas-tendencias-en-remotizacion-y-conectividad-5g/

demostraciones muestran lo robusta que es la tecnología 5G y las facilidades que ofrece el Espacio 5G para integrar rápidamente nuevos servicios que se adaptan a 5G entregando un gran valor tanto a proveedores como a usuarios finales. Estas experiencias marcan un hito tecnológico para Chile y la región que al mismo tiempo muestra el enorme potencial que ofrece el espacio 5G para promover la interacción entre industria y academia. [45]

Reflexiones finales.

La evolución de procesos como la definición de estándares unificados, que faciliten la comprensión y gobernabilidad de las redes móviles de quinta generación (5G), su interacción con las demás tecnologías propias de una cuarta revolución industrial en evolución y la aplicación en las más diversas industrias y ámbitos (minería, deporte, ciudades, manufacturas) son todos procesos que conllevan un dialogo intensivo en espacios internacionales de concertación política.

La Cancillería debe estar preparada para intervenir en negociaciones multistakeholder donde deben incorporarse dimensiones tecnológicas propias de cada tema, además de introducir elementos geoestratégicos y geopolíticos que respondan a nuestra visión de país y a las orientaciones de una política exterior, donde el conocimiento científico y la innovación tecnológica son ejes articuladores y transversales.

Chile ha asumido una era de cambios tecnológicos exponenciales, donde se plantea un flujo acelerado de conocimientos y procesos reguladores que exigen expertise técnica, política y diplomática. Todo ello, debe entenderse como parte de asociatividades, que son conducidas por los gobiernos, pero con una participación insustituible de múltiples actores que representan una noción de para diplomacia vital, para participar en las múltiples redes que la ciencia, el conocimiento y la política entregan como bases para la gobernabilidad.

El Espacio 5G de la FCFM-UCH aprecia el trabajo de la Academia Diplomática en estos temas porque responde a una mirada contemporánea en la cual el dialogo permanente entre el mundo científico y la sociedad es necesario. Este es un camino para fortalecer la presencia de Chile y de las diversas disciplinas de la ciencia, la ingeniería, la tecnología y las matemáticas en los múltiples escenarios del siglo XXI.

[45] https://espacio5g.cl/espacio-5g-y-camnexus-iot-realizaron-con-exito-la-primera-videollamada-internacional-a-traves-de-la-red-5g-entre-chile-y-reino-unido/

Desde Inteligencia Artificial al Metaverso: Nuevas dimensiones para las relaciones internacionales y diplomacia pública

Catalina Vera[46] y Hugo Morales[47]

¿Cómo podríamos definir inteligencia?

Probablemente, las asociaciones conceptuales más reconocidas para ese concepto son aquellas vinculadas a la capacidad de lógica, la comprensión, la autoconciencia, el aprendizaje, el conocimiento emocional, el razonamiento, la planificación, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. También, diversos especialistas, como Daniel Goleman, han ofrecido esquemas teóricos para su categorización. La inteligencia es algo atribuible a personas, a animales, a plantas, e incluso a seres unicelulares, en menor o mayor grado: en general, a seres vivos.

Al menos, así se concebía la inteligencia hasta que las computadoras empezaron a ser dotadas con mayores capacidades de respuesta autónoma y de aprendizaje.

La Inteligencia Artificial (IA) está cambiando, aceleradamente, el mundo como lo conocemos. Cada día podemos ver en la prensa especializada, un nuevo hito evolutivo de esta tecnología. La IA hace posible que las máquinas aprendan al igual que nosotros: experimentando, ajustándose a nuevas interacciones y realizando tareas como seres humanos.

En mayo de 1997, la computadora *mainframe* de IBM "Deeper Blue" se convirtió en la primera entidad computacional en derrotar a un campeón mundial vigente de ajedrez: en esa instancia, el encuentro con el gran maestro Gary Kasparov recibió una atención mediática mundial.

En la actualidad, no es extraño ver, en la prensa o en redes sociales, cómo softwares basados en IA reproducen obras pictóricas clásicas, diagnósticos médicos complejos gracias al estudio masivo de radiografías, robots que preparan platillos o tragos como reconocidos chefs o smartphones cuya capacidad de procesamiento guía, de manera autónoma, automóviles de última generación. Todas estas aplicaciones son posibles gracias a la disponibilidad masiva de datos, la conectividad a internet de alta velocidad y el entrenamiento del software, gracias a la experiencia cotidiana de las personas.

[46] Ingeniera Comercial, economista y diplomática chilena. Secretaria de Asesoría de la Secretaria General de Política Exterior, Ministerio de Relaciones Exteriores. Especialista en regulación digital.

[47] Periodista y comunicador social, especializado en tecnología. Exjefe de Comunicaciones de la Subsecretaria de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL). Asesor legislativo. Columnista en diversos medios de circulación nacional. Editor de "The Update".

Parte importante de los avances mencionados han sido facilitados por las diversas innovaciones en los campos del procesamiento de datos y su captura, las tecnologías como la sensorización, el Internet de las Cosas, el Big Data, el Machine Learning, las Redes Neuronales y el Procesamiento de Lenguaje Natural. Ello ha sido posible gracias a la avanzada capacidad para procesar la data. Sin embargo, ¿cómo logramos dar ese salto? Es indispensable asumir que el sector de las telecomunicaciones ha sido el elemento habilitante de toda esta arquitectura.

Los Data Centers existen desde hace ya varios años, permitiendo el alojamiento de contenidos transmitidos a través de Internet, llegando a los hogares de las personas, las empresas e inclusive a otras computadoras. El salto cuántico ocurrió con la disrupción generada por el *Cloud Computing*, habilitando la virtualización de los Data Centers en una nueva capa articuladora de contenidos ubicuos. Esto se ha podido materializar por la sincronización de supercomputadoras, lo que permitió acceder al "Big Data". Actualmente, se entienden como una relación simbiótica, que ha ido conformando nuevos lenguajes para el manejo de datos (SQL, Hadoop) y la programación de soluciones para transformarlos en información (R, Python).

Desde hace un par de años, se ha acuñado la frase "los datos son el nuevo petróleo". Conviene recordar que Clive Humby, en 2006, fue uno de los primeros científicos de datos de la historia que planteó esta idea. Posteriormente, Michael Palmer amplió esa conceptualización, aseverando que, "los datos son valiosos, pero si no están refinados, en realidad no se pueden usar. El Petróleo debe transformarse en gas, plástico, productos químicos [...], lo que plantea el carácter imperativo de transformar los datos en información a través de su "refinamiento" por medio de herramientas basadas en lenguajes de programación"[48]. Esto último es fundamental para entender la Cuarta Revolución Industrial y hacia dónde se dirige la valoración en innovación global de esta industria. No basta tener datos, lo relevante es con qué datos se cuenta, si estos están limpios y curados y para qué se usan. Quizás, más importante aún, dada recientes discusiones, en materia de regulación y privacidad, es el cómo estos se obtienen.

En este punto, es relevante plantear cómo interviene la diplomacia y la ciencia en procesos reguladores multiactores, que están introduciendo los datos como un poder emergente, de alcance estratégico. Estos están generando una nueva geopolítica en los esquemas de poder. La idea en estas reflexiones es entregar los principales elementos que están configurando un nuevo escenario global, en el cual es indispensable estimular la inclusión para evitar la concentración monopólica de tecnologías de la información.

La era de los Smartphones cambió la vida de las personas. La capacidad de procesamiento de estos dispositivos habilitó la creación de

[48] Javier Murillo. Revista Forbes México 06/09/2021 https://www.forbes.com.mx/red-forbes-los-datos-son-el-nuevo-petroleo/

aplicaciones y nuevos servicios. Muchos de estos se basan en contenidos (Instagram, Twitter, TikTok). También se creó una nueva estructura de rentabilización de servicios digitales, los que se financian gracias a publicidad y venta de data de sus usuarios.

Estas aplicaciones pueden acceder a contenido provisto por el usuario, procesable como datos (imagen, audio, locación, fecha, interacciones). Debido a legitimas reservas, el cuestionamiento al uso indiscriminado de esta data y la violación de privacidad, han permitido a reguladores gubernamentales y entidades multilaterales avances en regulación ad-hoc, salvaguardando los derechos fundamentales de las personas.

Pero esto no se detiene ahí. Actualmente, hablamos de escalas globales y, también, de sus impactos posibles. Sin entrar a analizar la creciente vulnerabilidad que este ecosistema digital representa para personas, empresas, universidades y estados por incidentes de ciberseguridad, casos como el de Cambridge Analytica y Facebook evidenciaron el poder potencial que tienen los gigantes tecnológicos gracias a su acceso a datos de usuarios.

Luego de una larga investigación, la FTC (Federación Federal de Comercio de EEUU) determinó que por medio de un test de personalidad se accedió a datos de 270.000 usuarios sin su consentimiento. Sin embargo, testigos señalaron que la cifra real era de unos 50 millones de usuarios. Adicionalmente, estos datos habrían sido vendidos a otras compañías sin consentimiento o conocimiento de dichos usuarios[49].

¿Por qué este caso tuvo connotación global, al punto de tener su propio documental en Netflix? Esto fue, fundamentalmente, por reclamos a su potencial uso para tratar de influenciar los resultados de las elecciones presidenciales en EE.UU. (2016) y el referendo del Brexit en Reino Unido ese mismo año[50]. El fallo de la FTC marcó un precedente mundial para el tratamiento de los datos de usuarios, su privacidad y las facultades de los gigantes tecnológicos. Además de una multa sin precedentes, se obligó a Facebook a cambiar sus políticas de privacidad, transparentar el uso de datos y crear un comité autónomo como fiscalizador de sus procesos. Pero más importante aún, se evidenció el poder real y potencial con el cual cuentan estas compañías y plataformas para usos negativos, gracias a la inexistencia de regulación adecuada.

Así surge otro fenómeno que ha tensionado las relaciones de actores estatales, privados y personas: las Fake News. En 2016, el diccionario de Oxford declara a la *postverdad* como la palabra del año. Esta se refiere a las circunstancias en que las apelaciones a la emoción o a las creencias personales son más importantes que los hechos objetivos, cuando se busca modelar la opinión pública[51]. La *postverdad* se ha constituido en un fenómeno político, donde se ha advertido acciones de actores relevantes de la comunidad internacional. Pues ciertamente,

[49] https://www.ftc.gov/legal-library/browse/cases-proceedings/182-3107-cambridge-analytica-llc-matter
[50] https://www.bbc.com/mundo/noticias-49093124

[51] Federación Internacional de Periodistas. ¿Qué Son Las Fake News? Guía Para Combatir La Desinformación En La Era De Posverdad

esta realidad puede tener efectos negativos al apelar a sesgos, con un marcado eco en el actuar de ciertos grupos.

Las Fake News en cambio son anónimas en la mayoría de casos y utilizan las herramientas digitales disponibles para amplificar su impacto. La Comisión Europea ha definido este concepto como "información demostrablemente falsa o incorrecta, que es elaborada, presentada y difundida para obtener una ganancia económica, para engañar de manera maliciosa al público o para causar un daño"[52]. Esta es una industria altamente rentable, inclusive se comercializa este servicio de forma abierta. Las Redes Sociales proveen a sus usuarios de contenidos customizados como parte de sus servicios, gracias a evolucionados algoritmos.

Básicamente, esto es IA aplicada que se nutre de datos del usuario para definir sus preferencias por medio de etiquetas (tags de características o hashtags que los mismos usuarios utilizan). Estas prácticas logran su efecto masivo gracias a *bots* (maquinas programadas con IA) que detectan contenido y usuarios asociados a ciertos tags como objetivo. Se podría pensar que las Fake News son de naturaleza política, mayoritariamente, atendiendo las experiencias de sucesivos procesos eleccionarios, pero es necesario advertir que estas afectan transversalmente a empresas, instituciones y particulares, por medio del daño tanto reputacional como económico.

Según un estudio del Massachusetts Institute of Technology (MIT), las noticias falsas tienen hasta un 70% más de posibilidades de ser compartidas que las verdaderas[53]. Mientras que un estudio del Eurobarómetro[54], en 2019, concluye que el 83% de los europeos creía que las noticias falsas son una amenaza para la democracia. Actualmente, analistas políticos sugieren que las campañas electorales empiezan a tomar forma no en los medios tradicionales, sino en las redes sociales. Este fenómeno es global e incluso ha facilitado la creación reciente de perfiles laborales como *community manager*, *Social Media Strategist o Social Media Marketing Manager*. Su alta demanda así lo demuestra.

No es necesario salir del país para advertir la relevancia del fenómeno: solo durante el proceso constituyente (plebiscitos de entrada y salida) las fake news se masificaron. Inclusive diversos noticiarios, en horario prime, crearon segmentos para chequeo de información.

El 22 de octubre de 2019, se crea "Fast Check CL", cuyo propósito es procesar las noticias falsas, que se hicieron virales durante el Estallido Social y publicar micro artículos de fact checking, en un lenguaje simple, breve y sin adjetivos, alejados de cualquier posición política[55]. Debido a su éxito, en gran parte a la necesidad creciente de verificar información, en 2021 se constituye legalmente y su marca está registrada en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial

[52]https://www.pactomundial.org/tribuna/combatir-las-fake-news-por-un-mundo-menos-dividido-una-vision-desde-el-ods-16/
[53]https://news.mit.edu/2018/study-twitter-false-news-travels-faster-true-stories-0308

[54]https://www.europarl.europa.eu/at-your-service/es/be-heard/eurobarometer/eurobarometer-2018-democracy-on-the-move
[55] https://www.fastcheck.cl/nosotros/

(INAPI) y son miembros de la International Fact Checking Network (IFCN). Este es un ejemplo de la evolución institucional y regulatoria de las plataformas digitales, que crecientemente avanza desde el ámbito privado hacia lo público.

¿Qué vinculación guarda lo anterior con las relaciones internacionales y la diplomacia? La respuesta tiene múltiples aristas, pero podemos señalar que la desinformación actualmente es una de las mayores preocupaciones de los países democráticos. Detrás de las denominadas noticias falsas existen estrategias para manipular la opinión pública y erosionar la estabilidad de los Estados y de sus instituciones. En la lucha contra la desinformación resulta clave la coordinación con cuatro actores: las empresas tecnológicas, la sociedad civil, los *factcheckers* y las instituciones académicas[56].

Así, una estrategia de comunicación es una herramienta esencial contra la desinformación. Ello requiere de una articulación entre diversos actores y la construcción de una estrecha relación con sectores vinculados a la comunicación digital, donde la diplomacia pública tiene una relevancia singular. Algunos Estados han evolucionado más aún al establecer Políticas Exteriores Digitales, junto con actualizar su función diplomática a estos medios de comunicación.

Como ejemplo de una acción internacional destacada en esta línea podemos mencionar la decisión del Consejo Europeo de 2018. Ese año, este órgano encomendó a la Alta Representante de la Unión Europea para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad y a la Comisión Europea la tarea de elaborar un Plan de Acción para una respuesta coordinada contra la desinformación.

También, destaca la acción iniciada desde la OTAN, en el marco de su estrategia de comunicación. Allí, se establecieron medidas para la lucha contra la desinformación en el contexto de las nuevas amenazas híbridas.

Reorientemos nuestra revisión nuevamente hacia la IA y sus recientes evoluciones tecnológicas. Partimos este artículo analizando qué entendemos por inteligencia, y concluimos que una parte estructural de esta es el aprendizaje, la capacidad de almacenar información y, por cierto, cómo esta se usa. Conviene recordar que el concepto de IA tiene más de 60 años: la primera vez que se habló de él fue en 1956[57].

La Real Academia Española define la inteligencia artificial como la "disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico"[58]. Una forma de categorizarla es aquella propuesta por los informáticos Stuart J. Russell y Peter Norvig[59], señalando que existen cuatro tipos de inteligencia artificial: i) los sistemas que piensan como humanos; ii) los que actúan

[56]https://www.exteriores.gob.es/es/PoliticaExterior/Paginas/LaLuchaContraLaDesinformacion.aspx

[57] Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence 1956

[58] https://dle.rae.es/inteligencia

[59] Stuart J. Russell y Peter Norvig, 1995. Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno

como humanos; iii) lo que piensan racionalmente; y, iv) los que actúan racionalmente. Actualmente, se categorizan en dos tipos: Tipo 1 por Capacidad (Narrow, General y Super) y Tipo 2 por Funcionalidad (Reactive Machines, Limited Memory, Theory of Mind y Self Awareness)[60].

Por tanto, entender cómo aprende una IA es clave para comprender ciertos fenómenos que serán temas obligados a lo largo de la década. Los procesos más comunes son: Machine Learning, Neural Networks, Deep Learning, y Natural Language Processing (NLP)[61]. Del primero, dado su amplio uso, es interesante destacar que considera 4 tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado, semi-supervisado y reforzado[62]. De estos algoritmos ha surgido una amplia gama de servicios, aplicaciones y soluciones para nuestra vida diaria, muy positivas a primera vista, pero que al explorarlas en profundidad permiten advertir aspectos potencialmente nocivos.

La calificación de "potencial" no es arbitraria: en el documental *Coded Bias* de Shalina Kantayya, se exploran los sesgos que evidencian los algoritmos de la IA, mostrando un "triste reflejo de una sociedad injusta"[63]. Algunos recientes avances de la IA en campos como la medicina o el diseño de políticas públicas muestran estereotipos y discriminación racial evidente.[64].

Por otra parte, es frecuente que los sistemas de IA, destinados a resolver problemas sociales, se programen con finalidades, generalmente, de carácter punitivo, de predicción de riesgos, delitos o fraudes. Llama la atención que no se implementen, frecuentemente, sistemas que tengan por meta fines constructivos, como la rehabilitación o la reducción de desigualdades[65]. Frente a estos casos, es fundamental asegurar la representación de toda la diversidad humana. La única forma de lograr esto es promoviendo una mejor inclusión en la toma de decisiones globales, lo que plantea un desafío para la acción diplomática. Los esfuerzos multilaterales, regionales y bilaterales pueden ser importantes a la hora de representar correctamente las características heterogéneas de la población humana, como asegurar una consideración permanentemente de la dimensión de Derechos Humanos.

Sí la tecnología de IA refleja realidades de nuestra sociedad, la diplomacia es la mejor herramienta para asegurar la consideración de valores y principios globales, al momento de programar un algoritmo de IA. Esta dimensión ética trasciende al hecho de que este haya sido escrito por una compañía reconocida o por un programador independiente.

[60] Para detalle de categorías ver https://www.analyticssteps.com/blogs/what-artificial-intelligence-types-uses-and-how-it-works

[61] https://www.jigsawacademy.com/what-are-the-different-types-of-ai/

[62] https://datos.gob.es/es/blog/como-aprenden-las-maquinas-machine-learning-y-sus-diferentes-tipos

[63] https://theconversation.com/los-sesgos-en-inteligencia-artificial-el-reflejo-de-una-sociedad-injusta-160820

[64] El racismo es una forma de rechazo y opresión, a partir de la clasificación de un grupo sobre otros, con el fin de dominarlos. Esto se traduce en profundas injusticias estructurales infligida a los grupos excluidos, limitando sus opciones y capacidades de desarrollo social, cultural y económica. Disponible en: https://nuso.org/articulo/inteligencia-artificial-y-sesgos-algoritmicos/

[65] https://theconversation.com/los-sesgos-en-inteligencia-artificial-el-reflejo-de-una-sociedad-injusta-160820

Antes de analizar el concepto de Metaverso, vale la pena revisar previamente dos tecnologías: la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA). Aun cuando muchos crean que son equivalentes, sus diferencias son relevantes.

La RV es totalmente virtual y programada. Se apoya en el uso de dispositivos como gafas o cascos. Por ejemplo, un juego inmersivo en una dimensión alterna, un recorrido a un museo virtual o un video en 360º de alta resolución. En tanto que la RA es una tecnología que permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad: un ejemplo notorio es el exitoso juego Pokemon Go.

Actualmente, tanto la RV como la RA podrían ser usadas como herramientas en la función diplomática, permitiendo revivir momentos históricos o asistir a reuniones a distancia de forma inmersiva. Como analiza Ricardo Vergara en "Uso de Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el Arbitraje"[66], sus potencialidades podrían aprovecharse en este mecanismo de solución de controversias. Las aplicaciones son infinitas, por lo que la comprensión de sus dimensiones es relevante en el ejercicio, actual y futuro, de la diplomacia moderna.

Finalmente, entremos en el Metaverso[67]. Como definición, un metaverso es un entorno donde los humanos interactúan social y económicamente como avatares en un ciberespacio, que actúa como una metáfora del mundo real, pero sin sus limitaciones físicas o económicas[68]. En términos prácticos, es una realidad alternativa y virtual que emula muchas de las experiencias del mundo real. Esta es la definición sintética del concepto que ahora persiguen gigantes tecnológicos, que se postula como el próximo paso de Internet y que, de acuerdo a Bloomberg[69], será un negocio de unos US$825 billones hacia el año 2024.

Conceptualmente, ha sido definido como una experiencia sensorial en el que el plano físico y el virtual se yuxtaponen en un espacio tridimensional. Más que una RV, es una realidad completamente simulada.

El metaverso no existirá en paralelo al mundo físico, será una nueva dimensión, donde los usuarios con hardware portátil descartarán la realidad física por un mundo híbrido, en el que se va a interactuar a través de avatares[70].

La propuesta es fascinante, permite las posibilidades de la "realidad" en formas infinitas. Por esto, gigantes tecnológicos como Facebook, actualmente Meta, han reorientado sus esfuerzos a liderar esta revolución. Pero no es la única compañía que está involucrada en este cambio: le acompañan Epic Games (desarrollador de

[66] Ricardo Vergara Olmos. *Uso de Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el Arbitraje Internacional.* Latin American Journal of Trade Policy 7 (2020) – ISSN 079-9668 – Universidad de Chile

[67] El concepto fue acuñado en 1992 por el escritor estadounidense Neal Stephenson, en la novela Snow Crash (1992), donde describe un espacio virtual colectivo compatible y convergente con la "realidad real".

[68] https://es.digitaltrends.com/realidad-virtual/que-es-metaverso/

[69] https://www.bloomberg.com/press-releases/2022-07-13/metaverse-market-size-worth-824-53-billion-globally-by-2030-at-39-1-cagr-verified-market-research

[70] https://blogs.uoc.edu/edcp/el-metaverso-su-impacto-en-la-diplomacia-publica/

Fortnite: Battle Royale), la plataforma de juegos Roblox, Nvidia, Niantic (los creadores de Pokémon Go), Decentraland y Microsoft, entre muchos otros. Es una realidad en la investigación, desarrollo e innovación que actualmente promueven las GAFAM[71].

El crecimiento de esta industria es vertiginoso, los bajos costos de entrada y desregulación permiten un crecimiento exponencial. Tanto es así que famosas marcas, artistas, compañías y estados están comprando terreno en él. Algunos ejemplos celebres son las compañías JPMorgan y McDonald's con sus sucursales, Manchester City F.C. con su estadio o Snoop Dogg con su mansión, todos propietarios virtuales en el Metaverso[72]. El modelo económico-comercial se habilita gracias a la hibridación de dos tecnologías: las criptomonedas y el blockchain. Las criptomonedas son el medio de pago, mientras que el blockchain se aplica para habilitar los NFT (Non-Fungible Tokens)[73], que son el equivalente a un contrato notariado o un certificado de autenticidad.

Aun cuando la revisión ha sido superficial, ya podemos evidenciar que el Metaverso es más que solo RV. Es el resultado de las sinergias de múltiples tecnologías que lo habilitan, similar a lo que el Cloud Computing hizo para la IA pero con un potencial aun inexplorado.

Entonces surge la pregunta ¿Qué impactos tendrá en la sociedad y, específicamente, para la Diplomacia Pública?

En primer lugar, hay que entender que cambiará la forma en que interactuamos con otros, con el mundo físico y con la tecnología. Potencialmente, las personas podrían vivir en el Metaverso. Las formas de interacción podrían migrar a esta dimensión trabajando, viajando, cenando, asistiendo a un concierto, estudiando, incluso muriendo en el Metaverso, a través de avatares customisados. Todo esto, obligadamente, nos lleva a analizar el concepto de individuo, ya que estos avatares potenciarán la construcción de pseudoidentidades para diferentes interacciones, modificables según necesidad, existiendo en simultaneo. Por ello, podemos prever que los problemas de identidad no dejarán de acrecentarse con el metaverso[74].

En el ámbito de la Diplomacia Pública, Damián Tuset plantea tres dimensiones fundamentales: Control y regulación del metaverso por parte de los gobiernos; la proliferación de noticias falsas; y, el uso del metaverso en las negociaciones diplomáticas[75]. En materia de regulación tecnológica estatal, generalmente, se promueve el hecho de asegurar los derechos y la seguridad de las personas, evitando limitar la innovación beneficiosa. Pero existe la posibilidad de su regulación coartando su viabilidad o restringiendo sus posibilidades.

[71] Acrónimo para expresar las cinco principales compañías tecnológicas globales: Google, Amazon, Facebook, Apple y Microsoft.

[72] https://forkast.news/biggest-players-in-the-metaverse/

[73] https://www.elmundo.es/como/2022/03/10/6229eb5c21efa072618b4578.html

[74] Butler, C. (2022) "Identity problems get bigger in the metaverse", O'Reilly Media, 15 de marzo.

[75] https://blogs.uoc.edu/edcp/el-metaverso-su-impacto-en-la-diplomacia-publica/

Otra opción es la desregulación estatal, lo cual potencialmente como vimos en el caso de la IA permitiría la existencia de sesgos, discriminación y abusos. El qué, cómo y cuándo regular es un problema complejo.

Más allá de los reguladores estatales, existen iniciativas privadas como las DAO (Organización Autónoma Descentralizada, en inglés *Decentralized Autonomous Organization*), forma de funcionamiento que se basa en el consenso de sus miembros y que promueven ciertos principios como la transparencia, el *open-source*, la igualdad y la anticorrupción.

Estas soluciones tienen lógicas originadas en países democráticos, que promueven las garantías y derechos fundamentales. Pero, sin duda, algunos países relevantes podrían optar por la opción de programar metaversos *ad-hoc*. La clave para prever la orientación que tomará cada Estado está en el análisis de sus políticas y de la regulación en materia de Seguridad de Datos.

Otra dimensión de aplicación es la desinformación y las Fake News. Al igual que con la IA, el Metaverso es un espacio inmersivo, que estimula su expansión. Será de interés de los Estados, la evaluación de estrategias adecuadas para orientar y regular esos fenómenos.

Es entonces relevante preguntarse cómo incentivar procesos normativos. Se debe precisar si el metaverso corresponde a innovaciones de origen privado, muchas veces transnacional, y fuera de la jurisdicción de los estados nacionales. La respuesta se encuentra en una Diplomacia Pública, proactiva y propositiva, que identifique oportunamente a los actores y construya los espacios de diálogo para esto.

La tercera dimensión planteada se encuentra en el ámbito de las negociaciones internacionales, al permitir reuniones y cumbres inmersivas, en formato digital[76]. Para lograrlo realmente se debe superar la fragmentación actual del Metaverso, con sus múltiples versiones. Ya sea por medio de la unificación o la integración de las diversas versiones, la diplomacia será fundamental para asegurar que la promesa del potencial de esta tecnología se materialice.

El sentido de urgencia es palpable: no estamos hablando de ciencia ficción o de los próximos 20 años, pues está ocurriendo ahora.

En enero de 2022, Barbados anunció la inauguración de su embajada en el Metaverso, la primera en el mundo[77]. Ese Gobierno señaló que esta inversión les permitirá hacer alianzas, ofrecer servicios y desarrollar relaciones con otros países a un bajo costo.

De momento, una embajada en un ámbito virtual no aborda, aún, obligaciones de carácter internacional. Es más bien una plataforma ubicua de difusión de información, con un gran potencial al facilitar el vínculo con numerosos actores en el mundo.

[76] https://blogs.uoc.edu/edcp/el-metaverso-su-impacto-en-la-diplomacia-publica/

[77] https://es.digitaltrends.com/tendencias/barbados-primera-nacion-embajada-metaverso/

Antes de pensar en su masificación, se debe atender cuestiones básicas en materia de seguridad y privacidad para permitir el pleno ejercicio de una misión diplomática en el Metaverso. Además, habrá que pensar en desarrollos institucionales para atender a estas realidades transformadoras, que necesariamente incidirán en el sistema internacional, por medio de tratados e instrumentos jurídicamente vinculantes.

Más allá del creciente y actual *hype* del Metaverso, se requiere una visión de hacia dónde queremos evolucionar. ¿Qué hace diferente una embajada en el metaverso y los servicios vía web o apps? Estas actividades ya se consideran como "ciberdiplomacia", al también ser virtuales, ecológicas, y ubicuas.

En todos los casos expuestos, la rápida adecuación y adopción de soluciones digitales gracias al impulso de la pandemia como catalizador de transformación son prueba de esto. Es poco probable que el ejercicio diplomático vuelva a lo que en algún minuto fue, pero de momento tampoco que es esperable una virtualización total de la función.

Ante esta encrucijada, lo más aconsejable es familiarizarse con estas nuevas tecnologías, entendiéndolas no solo como eso, más bien en su articulación como un ecosistema que habilita una nueva dimensión del ejercicio diplomático[78]. Más importante aún, comprender el rol relevante de la Diplomacia Pública para asegurar que todas estas innovaciones tecnológicas estén alineadas con principios y valores, pongan como foco a las personas, garanticen el acceso y protección de derechos fundamentales, por, sobre todo, buscando una inclusión efectiva: no dejando a nadie atrás.

Por cierto, todos estos son dominios que es necesario incorporar en la formación y entrenamiento diplomático. Apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) introduzca crecientemente este ecosistema en el desarrollo de las relaciones internacionales, porque así se contribuye a ser actores en escenarios que incidirán en la geopolítica, el poder, la estabilidad institucional y en la propia democracia: en definitiva, en la gobernabilidad global.

[78]https://www.exteriores.gob.es/es/ServiciosAlCiudadano/PublicacionesOficiales/En%20prospectiva,%20n%C2%BA6.pdf

Chile ante la Economía Digital: mejorando el acceso de las empresas de menor tamaño a los beneficios del comercio internacional

Nicolás Schubert[79]

Si bien el "derecho económico internacional" ha evolucionado en medio de la rápida globalización y los cambios tecnológicos, las MIPYME de los países en desarrollo con frecuencia no pueden lograr los beneficios asociados con la liberalización del comercio. Dado que los acuerdos de "nueva generación" introducen una mayor complejidad jurídica tanto en el número como en el alcance de las normas comerciales, este artículo investiga la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Chile para mejorar la accesibilidad y la funcionalidad de las políticas comerciales en el contexto de la Economía Digital.

La necesidad de definir una estrategia de desarrollo económico, a su vez, necesita que dichos esfuerzos a nivel nacional tengan coherencia con la política comercial. Para lograr los objetivos nacionales, la economía digital, la tecnología y la innovación se alzan como una importante herramienta que debe ser aprovechada por medio de cambios orgánicos y funcionales en la diplomacia económica de Chile de cara al futuro.

Introducción

Hace diez años, los miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC) reconocieron que Internet ofrece posibilidades inmejorables para el comercio y que las barreras comerciales fuera de línea no deberían replicarse en línea. En la Segunda Conferencia Ministerial celebrada en mayo de 1998 en Ginebra, los ministros, reconociendo la creciente importancia del comercio electrónico mundial, adoptaron la Declaración sobre el comercio electrónico mundial, lanzando en septiembre de ese mismo año el "Programa de trabajo de la OMC sobre comercio electrónico"[80].

El propósito del programa era examinar todas las cuestiones relacionadas con el comercio electrónico, pero carecía de un "objetivo preestablecido de llevar el proceso más allá para negociar nuevas reglas", por lo que el mandato era solo identificar cuestiones dentro de un marco no establecido[81].

[79] Abogado. Especialista en gobierno, comercio internacional y comercio electrónico.

[80] WTO, «Ministerial Declaration on Global Electronic Commerce, WTO Doc. WT/MIN(98)/DEC/2», 25 de mayo de 1998, https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/FE_Search/FE_S_S009-DP.aspx?CatalogueIdList=4814,34856,20308&CurrentCatalogueIdIndex=1.

[81] Yasmin Ismail, «E-Commerce in the World Trade Organization: History and Latest Developments in the Negotiations under the Joint Statement», International Institute for Sustainable Development, enero de 2020, 34.

El Consejo General definió el término "comercio electrónico" como "la producción, distribución, comercialización, venta o entrega de bienes y servicios por medios electrónicos" e instruyó a sus cuatro órganos subsidiarios, a saber, el Consejo del Comercio de Mercancías, la Consejo del Comercio de Servicios, el Consejo de los Aspectos de la Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio y el Comité de Comercio y Desarrollo, para continuar la tarea de explorar la relación entre los acuerdos de la OMC y el comercio electrónico, dentro de sus respectivas competencias[82]. La declaración también incluía una afirmación política en la que se pedía a los Miembros que "continuaran con su práctica actual de no imponer derechos de aduana a las transmisiones electrónicas", práctica que constituye la denominada moratoria a la imposición de aranceles sobre las transmisiones electrónicas.

El programa de trabajo hizo un espléndido trabajo al detectar cuestiones problemáticas relacionadas con el comercio digital[83], pero en términos de resultados prácticos, no logró mucho más que la moratoria a la imposición de aranceles a las transmisiones electrónicas, la que se ha ido renovando en cada Conferencia Ministerial.

El progreso del programa de trabajo se estancó en una etapa inicial porque los Miembros no pudieron ponerse de acuerdo sobre dos cuestiones principales, a saber, si la moratoria debería ser jurídicamente vinculante y permanente, y qué normas y obligaciones comerciales deberían aplicarse a los productos de contenido entregados digitalmente[84]. El estancamiento del Programa de Trabajo dejó sin resolver muchas cuestiones complejas, como resolver la clasificación de los servicios comercializados electrónicamente como modo de aquellos suministrados bajo modo 1 o modo 2, la clasificación y programación de nuevos servicios que surgen en el contexto del comercio electrónico, la clasificación de productos digitales como bienes regulados por el GATT, servicios regidos por el AGCS o alguna categoría sui generis que requiera reglas comerciales especiales o la determinación de "similitud" para la aplicación de obligaciones de NMF y compromisos de trato nacional[85]. Incluso cuestiones simples como establecer una moratoria permanente y clara libre de derechos o confirmar la aplicabilidad de las normas de la OMC y los compromisos a los servicios prestados electrónicamente no se han clarificado[86]. En conclusión, a pesar de los desarrollos del ITA (y su actualización de 2015) y el Cuarto Protocolo sobre Servicios de Telecomunicaciones, la OMC "todavía se

[82] WTO, «Ministerial Declaration on Global Electronic Commerce, WTO Doc. WT/MIN(98)/DEC/2».

[83] Sacha Wunsch-Vincent, «WTO, E-Commerce, and Information Technologies: From the Uruguay Round through the Doha Development Agenda», PIIE, 2 de marzo de 2016, https://www.piie.com/commentary/speeches-papers/wto-e-commerce-and-information-technologies-uruguay-round-through-doha.

[84] Wunsch-Vincent Sacha, *The WTO, the Internet and Trade in Digital Products: EC-US Perspectives (Studies in International Trade Law)* (Oxford: Hart, 2006).

[85] Sacha Wunsch-Vincent, «Trade Rules for the Digital Age», en *GATS and the Regulation of International Trade in Services: World Trade Forum*, ed. Marion Panizzon, Nicole Pohl, y Pierre Sauvé (Cambridge: Cambridge University Press, 2008), 497-529, https://doi.org/10.1017/CBO9780511494543.023.

[86] Sacha Wunsch-Vincent y Arno Hold, «Towards coherent rules for digital trade: Building on efforts in multilateral versus preferential trade negotiations», 1 de enero de 2012, https://doi.org/10/gm9n99.

encuentra en su estado anterior a Internet"[87]. Sin embargo, Hauser y Wunsch-Vincent han argumentó que el mayor logro del WPEC fue el consenso alcanzado por todos los consejos de trabajo, en el sentido de que los tratados de la OMC, con todos sus derechos, obligaciones y compromisos específicos de cada país, se aplican a la dimensión de comercio electrónico, basando su conclusión en el argumento que los tratados de la OMC no diferencian según los medios tecnológicos por los que se entrega un producto, sino más bien según la naturaleza del producto[88].

Aunque el progreso ha sido lento durante más de 20 años, desde el año 2016, los Miembros han comenzado a mostrar un interés renovado en abordar las cuestiones relacionadas con el comercio digital en la OMC, ya que, a pesar de la falta de mandato de negociación para tal asunto, se han presentado varios documentos de trabajo[89].

El interés en abordar temas de comercio electrónico también ha sido demostrado por diversos grupos, como el Grupo MIKTA, integrado por México, Indonesia, Corea del Sur, Turquía y Australia, que en 2016 realizó un taller sobre comercio electrónico en la OMC[90]. Los "Amigos del comercio electrónico para el desarrollo (FED)": un grupo diverso, no negociador, de Miembros de la OMC en diferentes niveles de desarrollo también ha mostrado interés, celebrando en abril de 2017, su primera Reunión Ministerial con el fin de "discutir lo que ven como el futuro de la conversación sobre el Comercio Electrónico y en particular su papel como herramienta para impulsar el crecimiento, reducir la brecha digital y generar soluciones de desarrollo para los países en desarrollo y los países menos adelantados"[91].

Las discusiones mantenidas entre 2015 y 2017 revelaron preocupación por nuevos temas relacionados con el comercio digital, como los flujos de datos, los requisitos de localización para las instalaciones informáticas, la protección y privacidad de la información personal, la facilitación de las transacciones de comercio electrónico, firmas electrónicas, pagos y autenticación, infraestructura y conectividad, que se suman a una larga lista de temas pendientes[92].

La reunión Ministerial de Buenos Aires, realizada en diciembre de 2017, también revitalizó el interés en asuntos de comercio electrónico. En dicha oportunidad, 71 miembros de la OMC emitieron una Declaración Conjunta para explorar los aspectos del comercio electrónico relacionados con el comercio, trabajar en la elaboración de normas futuras y preparar el escenario para posibles negociaciones

[87] Mira Burri, «Towards a New Treaty on Digital Trade», SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 10 de junio de 2020), https://papers.ssrn.com/abstract=3623734.
[88] Heinz Hauser y Sacha Wunsch-Vincent, «A Call for a WTO E-Commerce Initiative», *University of St.Gallen*, 1 de enero de 2001.
[89] Nivedita Sen, «Understanding the Role of the WTO in International Data Flows: Taking the Liberalization or the Regulatory Autonomy Path?», *Journal of International Economic Law* 21, n.º 2 (1 de junio de 2018): 323-48, https://doi.org/10/gd2jjk.
[90] «E-Commerce in the World Trade Organization: History and Latest Developments in the Negotiations under the Joint Statement», International Institute for Sustainable Development, accedido 26 de septiembre de 2021, https://www.iisd.org/publications/e-commerce-world-trade-organization-history-and-latest-developments-negotiations-under.
[91] «E-Commerce in the World Trade Organization».
[92] Ver 4 supra.

plurilaterales sobre comercio electrónico[93]. Entre los signatarios había una gran diversidad de Miembros, desde países desarrollados hasta países menos adelantados, como Camboya y Myanmar.

Los Miembros involucrados en la Declaración Conjunta mencionada se reunieron regularmente, discutiendo varias propuestas y presentaciones con el fin de preparar una agenda para la fase de negociaciones[94]. Luego de un año de consultas, la fase de discusión concluyó con la firma de una Segunda Declaración Conjunta, el 25 de enero de 2019 en Davos[95]. El número de signatarios de la declaración conjunta aumentó a 76 y los Miembros anunciaron su "intención de iniciar negociaciones de comercio electrónico en la OMC [...] sobre la base de los acuerdos y marcos de la OMC existentes"[96].

La próxima Conferencia Ministerial se realizará a mediados de junio de 2022 en Ginebra, luego de haber sido pospuesta algunas veces por efecto de la pandemia de COVID-19. Para dicha oportunidad no se vislumbra que existan grandes anuncios, tal vez lo más sustantivo sea la renovación de la moratoria a la imposición de aranceles a las transmisiones electrónicas, la que igual corre peligro ya que algunos miembros se han mostrado proclives a eliminar dicha práctica[97].

Los cambios producidos por la digitalización de la economía

El renovado interés por el comercio digital que ha quedado demostrado en la OMC, no es un hecho aislado y se enmarca en un proceso de profundos cambios estructurales que se han producido no solo en la economía, sino que en la sociedad en general.

Por primera vez desde la Revolución Industrial, los insumos más importantes para las actividades económicas centrales están ampliamente distribuidos en la población gracias a un proceso que Nicholas Negroponte, ex director del Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachussets, describió en un libro que ya es considerado un clásico en el nicho de la economía y la tecnología. En Being Digital (1995) narra la historia de la tecnología de los medios e introduce un concepto de gran relevancia: el cambio de átomos a bits[98]. Esta distinción, que hoy en día puede parecer obvia, no lo era hace más de 20 años cuando Negroponte describió que cuando compramos un CD, DVD o incluso un libro o un periódico hecho de un "árbol muerto", compramos átomos físicos que son simplemente un contenedor para los bits que se crearon en un software que luego se plasma en dicho contenedor. Negroponte señaló que la mayoría de los productos en el futuro se crearían como bits, es decir, archivos digitales de código binario.

[93] Ministerial Conference, «Joint Statement on Electronic Commerce», 13 de diciembre de 2017.
[94] «E-Commerce in the World Trade Organization».
[95] WTO, «Joint Statement on Electronic Commerce», 25 de enero de 2019.
[96] WTO.
[97] Asit Ranjan Mishra, «India Seeks Review of WTO E-Transmissions Moratorium», mint, 4 de agosto de 2021, https://www.livemint.com/economy/india-seeks-review-of-wto-e-transmissions-moratorium-11628018889902.html.
[98] Nicholas Negroponte, *Being Digital*, 1. Vintage Books ed (New York, NY: Vintage Books, 1996).

Pero los cambios no solo vienen de la mano de cómo y qué consumimos, sino que también en como participamos, de una forma más democrática, de los procesos productivos.

En 1994, dos grupos de ingenieros de software estaban trabajando en la próxima generación de una solución de software que ya en esa época se vislumbraba como crítica para el futuro: un servidor web. El primer grupo estaba dentro de Microsoft, empresa que ya en esa época entendió que la próxima generación de infraestructura crítica sería la Web, por lo que se encontraba tratando de extender su influencia en el mercado desde el sistema operativo (Windows) al mundo de los servidores Web. El otro grupo estaba conformado por algunos desarrolladores que estaban reparando un servidor que había sido desarrollado en conjunto con uno de los primeros navegadores para la Web. Al servidor lo terminaron llamando "patchy server" debido a la gran cantidad de "parches" que debieron aplicarle para que funcionara. Ese servidor, desarrollado por un grupo de personas informalmente coordinado pero con un interés común, terminó convirtiéndose en un proyecto de código abierto conocido hasta hoy como el servidor Apache[99]. Seguramente nadie podría haber pensado en ese entonces que este grupo de desarrolladores que compitieron trabajando en un área considerada estratégica por la empresa más grande en el campo de la informática fueran a crear uno de los servidores Web que hoy en día lideran el mercado[100]. Menos aún que decidieron adoptar licencias de código abierto[101], es decir, que permiten que cualquier persona pueda servirse del código fuente para modificar el programa y redistribuirlo libremente y sin establecer derechos exclusivos.

Después de 244 años, la Encyclopaedia Britannica fue impresa en papel por última vez en 2012[102]. El principal enemigo de la famosa enciclopedia que mucha gente tenía en la sala de estar -que por cierto no era tanto una herramienta de referencia como un signo de aspiración, una señal para los visitantes, pero sobre todo para nosotros mismos, de que nuestra sala de estar no estaba dedicada en su totalidad a ese ídolo pagano de la televisión-, fue Encarta, la enciclopedia en CD-ROM de Microsoft. De hecho, Microsoft propuso a Britannica el desarrollo de una versión de la enciclopedia para PC en la década de 1980, con Windows 1.0. Después de que Britannica rechazó la oferta de Microsoft, el gigante de Redmond se asoció con Funk & Wagnall's, le cambió el nombre al proyecto a Encarta y se enfocó en un programa liviano y específico para computadoras que podría ayudar a vender más PC generando interés más allá de las aplicaciones de productividad como Word y Excel. Cuando Wikipedia surgió en 2001, Britannica ya era un gigante debilitado. No

[99] «About the Apache HTTP Server Project - The Apache HTTP Server Project», accedido 23 de octubre de 2021, https://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html.

[100] «October 2021 Web Server Survey», Netcraft News, accedido 23 de septiembre de 2021, https://news.netcraft.com/archives/2021/10/15/october-2021-web-server-survey.html.

[101] «Apache License, Version 2.0», accedido 30 de octubre de 2021, https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.

[102] «Change: It's Okay. Really. | Britannica Blog», 10 de julio de 2012, https://web.archive.org/web/20120710160022/http://www.britannica.com/blogs/2012/03/change/.

fue una enciclopedia libre y abierta la que derrotó a su edición impresa, sino que a esas alturas ya era evidente que la culpa era la propia lógica de Britannica: costosas impresiones de varios volúmenes y actualizaciones periódicas semestrales. Así, el trabajo de Jimmy Wales, el desarrollador de uno de varios esfuerzos en curso en ese entonces para desarrollar una enciclopedia en línea, tomo fuerza. Wales publicó cerca de 900 borradores de artículos enciclopédicos en una plataforma de código abierto, bajo una licencia que permitía a cualquiera editarla y no le daba poder de veto a nadie. En enero de 2021, Wikipedia celebró 20 años de existencia y es hoy en día un ejemplo claro de cómo contrarrestar lo que Hayek llamó dispersión de la información, argumentando que el conocimiento está distribuido de manera desigual entre los diferentes miembros de la sociedad, y que, como resultado, las decisiones las toman mejor quienes tienen conocimiento local en lugar de una autoridad central[103].

El poder de la digitalización

Los ejemplos anteriores describen casos transformadores producidos gracias a una descentralización radical de las formas en que el capital físico, humano y social se concentraban en la economía tradicional. La historia del software de código abierto es la historia sobre la importancia de que cualquier persona pueda asociarse de forma más o menos formal que trasciende los contratos y la estructura corporativa. Lo que hace que un proyecto de desarrollo de software sea de código abierto es que el resultado de la actividad de desarrollo, el código, se publica bajo una licencia de derechos de autor que permite a cualquiera ver, modificar y redistribuir el código y las modificaciones. Esto significa que cualquier persona, en cualquier lugar, puede conocer el estado del arte en el código, adoptarlo, adaptarlo y publicarlo, basándose en las contribuciones innovadoras de otros con total libertad para operar con él y sobre él. Esto es facilitado por la naturaleza global, abierta y participativa de Internet.

En este contexto de una red que interconecta a personas en forma global, la innovación puede provenir de cualquier lugar; los conocimientos de diversas formas pueden encontrarse entre sí, y la experimentación y la implementación de las ideas puede hacerse desde cualquier lugar y ofrecerse hacia cualquier otro lugar. La experimentación masiva es seguida por fracasos masivos. Pero los fracasos son generalmente baratos, al menos según los estándares sociales. Por su lado, los éxitos se pueden difundir, adoptar y generalizar fácilmente a una escala mundial importante en períodos de tiempo muy cortos. La variación, la selección, la adaptación y la replicación a través de la adopción por parte del usuario, en lugar de la planificación y la alta inversión, han ofrecido repetidamente el enfoque más sólido en este nuevo entorno.

La respuesta de Chile

Dado que el alcance y la complejidad de las relaciones comerciales son hoy considerablemente mayores que cuando se

[103] F.A. Hayek, «The Use of Knowledge in Society», *The American Economic Review* 35, n.º 4 (1945): 519-30, http://www.econlib.org/library/Essays/hykKnw1.html.

concluyó la Ronda Uruguay, las negociaciones recientes de la OMC han buscado abordar el papel económico y de desarrollo de la tecnología a través de textos modernizados[104]. Sin embargo, aunque Chile tiene una fuerte vocación multilateral, es Parte contratante fundadora del GATT de 1947 y Miembro de la OMC desde 1995; la mayoría de los esfuerzos del país se han centrado en la modernización de otros acuerdos comerciales bilaterales o regionales.

La respuesta de Chile al proceso de globalización económica ha sido "mejorar" sus relaciones comerciales por encima de los compromisos mínimos de la OMC. El país lo ha hecho ampliando los temas cubiertos por su política comercial. Las iniciativas políticas recientes de Chile han incluido temas como transparencia, mecanismos de apoyo a la internacionalización de las MIPYMES, economía digital, productos digitales (por ejemplo, software, música, videos, libros electrónicos) y servicios. Los nuevos acuerdos también han priorizado la protección ambiental y las medidas relacionadas con el cambio climático, la eliminación de los subsidios a las exportaciones agrícolas, enfoques basados en el género en el comercio internacional, disposiciones para la protección del tráfico ilegal de la flora y fauna, mecanismos de resolución de controversias y armonización de los procedimientos aduaneros.

Desde hace varios años Chile ha desarrollado una estrategia centrada en la región Asia Pacífico, firmando acuerdos comerciales con Corea (2003), China (2005), el P4 (Brunei Darussalam, Nueva Zelanda y Singapur 2005), India (2006), Japón (2007), Australia (2008), Malasia (2010), Vietnam (2011), Hong Kong (2012), Tailandia (2013) e Indonesia (2019), así como ampliaciones y modernizaciones de los acuerdos existentes con India (2016) y China (2017). Las últimas incorporaciones a la lista incluyen el Acuerdo de Asociación Transpacífico Integral y Progresivo (CPTPP) o TPP11 (2018) y el Acuerdo de Asociación para la Economía Digital (DEPA) entre Chile, Nueva Zelanda y Singapur (2020).

1. Acuerdo Integral y Progresista de Asociación Transpacífico (CPTPP)

El CPTPP es un acuerdo comercial regional que incluye principios y contenidos previstos en el Acuerdo de Asociación Transpacífico (TPP) negociado previamente. El CPTPP conserva los altos estándares de su predecesor e introduce modificaciones para lograr un nuevo nivel de equilibrio de los intereses de las once Partes del acuerdo (sin Estados Unidos, y su apoyo a ciertas iniciativas, bajo el TPP original). El acuerdo es 'progresivo' en alcance y escala: va mucho más allá de las reducciones arancelarias, representa el 13,5% del PIB mundial e integra una población total de 480 millones de personas en toda su cobertura jurisdiccional[105].

[104] Mitsuo Matsushita et al., *The World Trade Organization: Law, Practice, and Policy*, 3rd edition (Oxford: Oxford University Press, 2015).

[105] Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, «Acuerdo Transpacífico - TPP11», accedido 18 de junio de 2021, https://www.subrei.gob.cl/acuerdos-comerciales/acuerdo-transpacifico-tpp11.

El Gobierno de Chile describe el CPTPP como el primer acuerdo regional que incorpora un capítulo sobre MIPYMES (Capítulo 24: Pequeñas y medianas empresas) con el propósito de acelerar la internacionalización de estas empresas del área Asia-Pacífico que, por su tamaño, debilidad productiva y altos costos, no han podido participar en su máximo potencial en el comercio exterior. Chile y otras Partes (Canadá y Nueva Zelanda) se han comprometido a revisar los beneficios del acuerdo para las pequeñas empresas de manera continua[106].

El capítulo 14 del CPTPP está dedicado al comercio electrónico. La aplicación del capítulo de comercio electrónico se centra en las medidas adoptadas o mantenidas por cualquier Parte, que afecten el comercio por medios electrónicos. Sin embargo, no se aplica a la contratación pública o la información en poder o procesada por una Parte o en su nombre (o a medidas relacionadas con dicha información).

Uno de los compromisos básicos del CPTPP es el artículo 14.4, "Trato no discriminatorio de los productos digitales". El artículo 14.4 crea una obligación sobre las transmisiones electrónicas entre las Partes y prohíbe otorgar un trato menos favorable a los productos digitales creados, producidos, publicados, contratados, comisionados o comercializados por primera vez en el territorio de otra Parte o productos digitales cuyo autor, intérprete, productor, gestor o propietario sea una persona de otra Parte.

De conformidad con el Artículo 14.11 y en congruencia con la arquitectura técnica de Internet, las Partes del CPTPP están comprometidas a permitir el flujo transfronterizo de información transmitida a través de medios electrónicos. Esta disposición busca asegurar que Internet continuará funcionando de manera descentralizada como un conducto para la comunicación, innovación y desarrollo.

El acuerdo también insta a las Partes (en virtud del artículo 14.19) a establecer medidas que permitan el uso de documentos de administración comercial en formato electrónico como equivalente funcional a las versiones de documentos en papel, en consonancia con los principios de la Ley Modelo sobre Comercio Electrónico de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI) (1996) y la Ley Modelo sobre Documentos Transferibles Electrónicos (2017).

2. El Acuerdo de Asociación para la Economía Digital (DEPA)

Las partes del DEPA han adoptado un marco regulatorio que permite a los respectivos países promover sus mercados individuales y colaborar en el desarrollo futuro de la economía digital. El Acuerdo fue firmado en 2020 por tres economías relativamente pequeñas: Chile, Nueva Zelanda y Singapur, pero que, por su trayectoria e influencia en materia comercial en el escenario mundial, se convierte en acuerdo de gran relevancia ya que en él se encuentran denominadores comunes en sus perspectivas sobre la política digital (por ejemplo, el trato no

[106] Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales.

discriminatorio de los productos digitales y el libre flujo transfronterizo de datos).

Los tres países han reconocido que la transformación digital de la economía puede ser un motor importante del crecimiento económico de una forma más inclusiva tendiente a lograr el desarrollo sostenible, aumentar la productividad de los sectores existentes y crear nuevos mercados. Para ello, el DEPA establece un marco de cooperación jurídica que permite la difusión de la información, el conocimiento, la tecnología, la cultura y las artes, creando así mercados abiertos y competitivos entre las Partes. Con consecuencias directas para las empresas de menor tamaño, se proyecta que las exportaciones de servicios asociados a las tecnologías de la información crecerán como resultado de la expansión de las relaciones comerciales digitales de Chile bajo el DEPA. Las exportaciones de servicios de TI de Chile totalizaron US $ 350 millones en 2018 y se realizaron a través de 204 empresas (de las cuales 118 se clasificaron como PYMES). Además, dado que se prevé que el comercio electrónico crezca a un promedio nacional del 20% anual durante los próximos cinco años en Chile, el país ha asumido un papel activo en el diseño del DEPA y ha fomentado la realización de los beneficios del acuerdo[107].

Bajo DEPA, Chile ha trabajado junto a sus socios en disposiciones que pueden clasificarse en tres categorías. La primera categoría se relaciona con la noción tradicional de comercio (es decir, bienes y servicios), incluidos los enfoques para facilitar los flujos comerciales y el intercambio de información entre diferentes actores. A través de un segundo conjunto de temas, Chile ha adelantado disposiciones para preservar una Internet libre, abierta, global y segura como la base esencial de la economía digital. La tercera categoría cubre áreas de política que se han vuelto importantes para la cooperación internacional en el desarrollo de regulaciones para apoyar la interoperabilidad transfronteriza jurídico-técnica. Más específicamente, el acuerdo aborda diversos temas que incluyen inteligencia artificial (IA), identificación digital (ID digital), datos (por ejemplo, fuentes de datos del gobierno), innovación de datos, tecnología financiera ('fintech'), tecnología regulatoria ('regtech'), interoperabilidad, acceso a Internet, inclusión digital y política de competencia. Se espera que la membresía en la DEPA fortalezca el uso de nuevas tecnologías al tiempo que promueve la innovación nacional en Chile[108].

El DEPA constituye un hito en la modernización de la política comercial de Chile y es el primer acuerdo internacional con un enfoque exclusivo en políticas para la economía digital internacional[109]. Al extender las disposiciones antes mencionadas del CPTPP, el Acuerdo

[107] George Lever, «Cámara de Comercio de Santiago. Perspectivas Económicas del Sector Comercio 2021», accedido 22 de abril de 2021, https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2020/11/Proyecciones-CCS-2021-so.pdf.

[108] Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, «DEPA», accedido 19 de julio de 2021, https://www.subrei.gob.cl/landings/depa.

[109] N.Z. MINISTRY OF FOREIGN AFF. & TRADE, «Digital Economy Partnership Agreement – Briefing for the Economic Development, Science and Innovation Committee», 2 de julio de 2020, https://www.mfat.govt.nz/assets/Trade-agreements/DEPA/Briefing-for-the-Economic-Development-Science-and-Innovation-Select-Committee-for-Parliamentary-Treaty-Examination.pdf.

promoverá aún más el 'comercio sin papel' (en virtud del artículo 2.2: Comercio sin papel), las transacciones electrónicas (según el artículo: Artículo 2.3: Marco de transacciones electrónicas nacionales), facturación electrónica (artículo 2.5: Facturación electrónica) y brindar claridad sobre los pagos electrónicos (artículo 2.7: Pagos electrónicos), así como apoyar el intercambio de mejores prácticas para el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a la logística. Asimismo, DEPA promueve la creación de nuevos modelos de negocio de transporte, incluidas las normas para facilitar los envíos urgentes (artículo 2.6: Envíos urgentes), reducir los tiempos de procesamiento y simplificar los detalles de pago (es decir, cuando se procesa un envío urgente).

En última instancia, el DEPA está diseñado para ser un acuerdo inclusivo para garantizar que los beneficios de la economía digital se maximicen en y entre sus Partes. Se promueven especialmente las actividades que ayudan a atraer a más personas al comercio digital, incluidos enfoques para compartir experiencias entre gobiernos. El Acuerdo también fomenta las consultas públicas con la sociedad civil y el sector privado.

Barreras legales, MIPYME y modernización de políticas comerciales

En la teoría económica clásica, el concepto de "ventaja comparativa" se puede utilizar para ilustrar la maximización de las ganancias del comercio.88 Generalmente atribuido a David Ricardo, la ventaja comparativa explica que las naciones deben especializarse en la producción en sectores donde existe un menor costo de oportunidad relativo (es decir, menor costo marginal en comparación con un socio comercial) y comerciar en esos bienes[110].

Existe, sin embargo, una desconexión entre los análisis macroeconómicos y las realidades de los actores económicos (es decir, empresas de tamaño y capacidades heterogéneas) y condiciones que existen a nivel microeconómico. Debido a que las MIPYME varían ampliamente en tamaño en diferentes sectores (por ejemplo., artesanal, manufactura ligera, turismo, servicios y agricultura), individual las MIPYME compiten en una posición desfavorecida en comparación con las grandes empresas[111].

Las MIPYMES juegan un papel importante en la economía de Chile: solo el 3,1% de las empresas chilenas son consideradas grandes empresas, mientras que el 52,5% son pequeñas y medianas, mientras que el 44,4% se caracterizan como microempresas[112]. Se estima que un millón de estas empresas generan el 70% del empleo nacional, pero como pilar de la sostenibilidad social y económica nacional, las MIPYMES contribuyen solo con el 16% del PIB de Chile[113].

[110] David Ricardo, *On the Principles of Political Economy, and Taxation*, s. f.

[111] UNCITRAL, «Reducing the legal obstacles faced by micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs) - A/CN.9/WG.I/WP.107» (United Nations Commission on International Trade Law, octubre de 2017), https://undocs.org/en/A/CN.9/WG.I/WP.107.

[112] Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, «¿Qué es una PYME en Chile?», accedido 18 de julio de 2021, https://www.subrei.gob.cl/ejes-de-trabajo/home-comercio-inclusivo/pymes.

[113] «Quinta Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5)», Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 12 de marzo de 2019,

Las MIPYME también enfrentan muchos obstáculos para acceder a los mercados internacionales debido, entre otros factores, a habilidades inadecuadas, desigualdad económica y falta de financiamiento[114]. Como las políticas comerciales a menudo se redactan utilizando un lenguaje jurídico técnico que la mayoría las empresas no pueden comprender u operacionalizar sin la orientación de un experto, las pequeñas empresas se ven especialmente afectadas por reglamentaciones que generar ciertas barreras para acceder a las ventajas que ofrecen[115]. En promedio, la OMC estima que las tarifas y regulaciones (es decir, MNA) representan un mínimo del 14% de costos comerciales. Los datos indican que los costos comerciales son específicamente más altos para las mujeres, MIPYMES y trabajadores no calificados[116]. Además, las investigaciones muestran que, bajo diversas TLC, las pequeñas empresas carecen de la capacidad para cumplir con los requisitos legales y administrativos para utilizar ventajas arancelarias preferenciales, incluso en iniciativas de integración consolidadas, como es el caso de la Unión Europea[117].

Estas cuestiones han sido reconocidas por la OMC y la CNUDMI, que cuentan con grupos de trabajo, formales e informales para evaluar la posición de las MIPYME en el comercio internacional[118].

Uso de la tecnología para abordar las dificultades de las MIPYME en el comercio internacional

La proliferación de acuerdos comerciales superpuestos (multilaterales, plurilaterales y bilaterales) ha creado un efecto o fenómeno que dificulta a los no expertos determinar qué normas específicas pueden estar "en vigor" o "aplicable" en un contexto dado. Descrito por Jagdish Bhagwati, quien acuñó el término 'plato de espaguetis' en 1995, el efecto de la proliferación de acuerdos comerciales preferenciales satura el comercio con discriminación dependiendo de la 'nacionalidad' de un bien, con costos inevitables que los expertos en comercio han señalado durante mucho tiempo[119].

El tono peyorativo del spaghetti bowl en la política comercial se refiere a la "maraña" de reglas potencialmente superpuestos que pueden comprometer la fluidez del comercio internacional. Debido a que la complejidad legal y el alcance de las reglas internacionales ha aumentado con los acuerdos de nueva generación, las empresas enfrentan más que barreras para realizar transacciones transfronterizas. El fenómeno del spaghetti

https://www.economia.gob.cl/2019/03/12/quinta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele5.htm.

[114] Mahesh Uttamchandani, «Global Landscape for MSMEs», https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/media-documents/uncitral/en/c_msme_1_uttamchandani.pdf.

[115] K. Kushnir, M. Mirmulstein, y R. Ramalho, «Micro, Small, and Medium Enterprises Around the World : How Many Are There, and What Affects the Count ?», *Undefined*, 2010, https://www.semanticscholar.org/paper/Micro-%2C-Small-%2C-and-Medium-Enterprises-Around-the-%3A-Kushnir-Mirmulstein/99ab1c743d6463e53734a8ad9f19c6450a4aae5c.

[116] World Trade Organization, «Trade Cost Index», accedido 12 de noviembre de 2021, http://tradecosts.wto.org/.

[117] National Board of Trade Sweden and UNCTAD, *The Use of the EU's Free Trade Agreements: Exporter and Importer Utilization of Preferential Tariffs.*, 2018.

[118] La comunidad internacional ha identificado el derecho empresarial como un pilar clave para el "empoderamiento legal" de las MIPYMES, así como de las que viven en la pobreza, que pueden depender de las MIPYMES para obtener empleo. Véase Small Business and Trade de la OMC, Https://www.wto.org/english/tratop_e/msmesandtra_e/msmesandtra_e.htm; y Grupo de Trabajo I: Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, CNUDMI, https://uncitral.un.org/en/working_groups/1/msmes.

[119] Jagdish N. Bhagwati, «US Trade Policy: The Infatuation with FTAs», 1995, https://doi.org/10.7916/D8CN7BFM.

bowl ha crecido más allá de los límites de la regulación tradicional del comercio de bienes y servicios para incluir la gobernanza digital. Por ejemplo, Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y varias políticas previstas, incluida la Ley de Mercados Digitales y la Ley de Servicios Digitales, construyen un conjunto de reglas de una naturaleza diferente a las políticas comerciales que deben cumplirse en el contexto de los negocios entre empresas ubicadas en países de la UE y fuera de la UE.

Para abordar tales ambigüedades y fomentar un entorno empresarial internacional propicio con los socios comerciales, es posible desarrollar políticas y planes que permitan a las personas y a las empresas acceder de mejor forma a los contenidos de los acuerdos, de modo de que puedan hacer uso de las ventajas que dichos acuerdos les conceden.

Aunque las soluciones para proveer información comercial, tales como buscadores de aranceles, y soluciones operaciones (como los sistemas nacionales de ventanilla única) se están implementando más ampliamente, los enfoques emergentes para el diseño y la ejecución de políticas están creando nuevas formas de desarrollar infraestructura. Por ejemplo, la rama del Derecho computacional se refiere a diferentes subcampos de la informática jurídica, incluida la expresión de reglas en formas computables precisas[120]. Esta rama, también descrita como "Derecho algorítmico", se centra principalmente en la mecanización del razonamiento jurídico[121]. Como forma de tecnología legal (legaltech), estos enfoques pueden permitir a humanos y máquinas aplicar reglas y regulaciones a casos reales o hipotéticos sin aportes adicionales de expertos legales humanos, permitiendo proporcionar respuestas, no solo documentos; y lo hacen de manera autónoma[122]. De esta manera, el Derecho computacional puede abarcar una variedad de regulaciones y aplicar soluciones a problemas como los que se han descrito que afectan a las MIPYME para acceder a las ventajas comerciales.

El nacimiento de una "Internet de reglas" para el comercio internacional

La investigación del Observatorio de Innovación del Sector Público (OPSI) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) indica que varias jurisdicciones han comenzado a producir legislación en forma computacional para respaldar las mejoras en los procesos de gobernanza[123].

Hasta la fecha, algunos países, incluyendo Canadá, Francia y Nueva Zelanda, los esfuerzos de digitalización de normas se han centrado principalmente en traspasar

[120] Michael Genesereth, «Computational Law The Cop in the Backseat», *CodeX: The Center for Legal Informatics at Stanford University*, s. f., http://logic.stanford.edu/publications/genesereth/complaw.pdf.

[121] Dag Wiese Schartum, «From Algorithmic Law to Automation-Friendly Legislation», 15 de agosto de 2016, https://www.scl.org/articles/3716-from-algorithmic-law-to-automation-friendly-legislation.

[122] Michael Genesereth, «What Is Computational Law?», Stanford Law School, accedido 11 de noviembre de 2021, https://law.stanford.edu/2021/03/10/what-is-computational-law/.

[123] James Mohun y Alex Roberts, «Cracking the Code: Rulemaking for Humans and Machines», OECD Working Papers on Public Governance, vol. 42, OECD Working Papers on Public Governance, 12 de octubre de 2020, https://doi.org/10.1787/3afe6ba5-en; https://web.archive.org/web/20211113003039/https://www.oecd-ilibrary.org/governance/cracking-the-code_3afe6ba5-en.

normas a lenguajes de programación[124]. Estos esfuerzos han tomado la forma de 'Reglas como Código', por medio de la cual los gobiernos crean una versión oficial de las normas (por ejemplo, leyes y reglamentos) en una forma consumible por máquinas para ser comprendidas y aplicadas por sistemas informáticos[125]. Debido a que las metodologías utilizadas son dispares en cada una de las iniciativas que se pueden observar, se han generado una serie de repositorios de normas que no son interoperables entre sí[126].

Esto difiere de la naturaleza global, abierta e inclusiva de Internet, que fue concebido para interconectar diferentes redes con el objetivo transmitir y recibir datos entre muchos tipos de plataformas y aplicaciones informáticas[127]. Para extender la funcionalidad de Internet para la transmisión estandarizada de normas jurídicas, se desarrolló un método computacional conocido como "podriamación"[128].

Joseph Potvin ha presentado el siguiente concepto:

Oughtomation representa un tipo diferente de búsqueda: un método de propósito general para comunicar reglas como datos simples, con dependencias mínimas, equivalentemente utilizable por cualquier aplicación, en cualquier idioma, en cualquier dispositivo, sin actualizaciones ni refactorizaciones. Una red descentralizada de igual a igual permite que cada nodo autónomo se adapte a las interfaces de programación de aplicaciones (API) de las aplicaciones operadas por los usuarios finales, de modo que el usuario final controle esto y permita que el valor predeterminado para cada nodo funcione en roles de 'servidor' y 'cliente'. Los formatos tabulares de la metodología Oughtomation están optimizados para un almacenamiento, consulta y cálculos eficientes[129].

Esta metodología tiene ventajas claras por sobre las formas de expresar reglas que son transformadas a código de computación, que lo convierte en normas expresadas en un lenguaje determinado que es difícil de modificar y que no es interoperable. Por su parte, la metodología oughtomation presenta una forma de expresar las reglas en un formato abierto como paquetes de datos de Java Script Object Notation (JSON) que lo hace independiente de la plataforma particular que se use. Esto genera una verdadera "Internet de reglas" ya que los algoritmos computacionales se pueden transmitir fácilmente desde cualquier repositorio independiente dentro del cual se mantienen, a cualquier aplicación que los utilice.

La contribución de Chile a una "Internet de reglas"

[124] Craig Atkinson y Beatriz Stevens, «Digitalising Trade Facilitation Implementation: Opportunities and Challenges for the Commonwealth», Commonwealth Trade Hot Topics, vol. 160, Commonwealth Trade Hot Topics, 24 de junio de 2020, https://doi.org/10.14217/6bb5077c-en.

[125] James Mohun y Alex Roberts, «Cracking the Code».

[126] James Mohun y Alex Roberts.

[127] Janet Abbate, *Inventing the Internet* (MIT Press, 2000).

[128] Del inglés "oughtomation". Joseph Potvin, «Data With Direction: Is + Rule -> Ought» (In Partial Fulfillement of the Requirements for the Degree of Doctorate in Administration – Project Management, Gatineau, QC, Université du Québec en Outaouais, 2021), https://gitlab.com/xalgorithms-alliance/oughtomation-paper/-/blob/master/DBA-Thesis_JPotvin_UQO_AsSubmittedPDF.pdf.

[129] Joseph Potvin.

La Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile y la Fundación Xalgorithms han estado colaborando en una iniciativa para digitalizar las políticas comerciales de Chile y sus socios comerciales. A través de un programa piloto, se busca la publicación de los primeros registros en una red descentralizada de normas comerciales que, en efecto, establecerá una Internet de reglas de comercio.

El énfasis del piloto es aplicar el método de oughtomation, para mejorar la accesibilidad y funcionalidad de las reglas comerciales. El programa tiene como objetivo hacer que sea más fácil para cualquiera descubrir, comprender y operacionalizar las políticas comerciales, así como permitir la automatización digital de los procesos comerciales.
Al proporcionar un marco legal moderno, el DEPA aborda áreas clave para este programa, por ejemplo, innovación de datos, datos gubernamentales abiertos, regtech, facturación electrónica y tecnologías emergentes, que pueden ayudar a facilitar un programa piloto de Chile, teniendo la facilidad de incorporar a nuevos socios que estén interesados en implementar un programa piloto en el marco del Acuerdo.

Debido a que Chile es miembro de la OMC, varios organismos regionales y un total de treinta TLC, las primeras reglas que se publicarán a través del piloto no necesariamente se derivarán del DEPA en sí (es decir, como base legal para las contribuciones) pero pueden provenir de otros instrumentos como acuerdos bilaterales, el P4[130], CPTPP o textos y fuentes de datos multilaterales (por ejemplo, listas arancelarias).

Diplomacia en la era digital

La creciente competencia mundial y las asimetrías de poder entre los sistemas político-económicos han caracterizado las relaciones internacionales contemporáneas y el cambio de los equilibrios de poder global del que somos testigos. En este sentido, la economía se convierte en un discurso dominante en la agenda política a nivel internacional, regional y nacional. Por lo tanto, es más probable que los gobiernos nacionales apliquen instrumentos económicos para lograr los objetivos de la política exterior. En este contexto, la diplomacia económica gana importancia para los Estados en la búsqueda de la prosperidad económica y la estabilidad política[131].

Al mismo tiempo, la naturaleza de la economía, en general, enfrenta una disrupción fundamental por parte de las tecnologías digitales y los modelos comerciales. La llamada disrupción, palabra de moda en la última década posterior a la revolución digital, pero a la que ya hacía referencia casi 70 años atrás Joseph Schumpeter[132], presenta nuevos desafíos y oportunidades tanto para el sector público

[130] «Acuerdo de Asociación Económica (AAE) entre Chile, Singapur, Nueva Zelanda y Brunei Darussalam (P-4)», accedido 12 de noviembre de 2021, https://www.subrei.gob.cl/acuerdos-comerciales/acuerdos-comerciales-vigentes/p4.

[131] Sara Konoe, «Economic Diplomacy: Japan and the Balance of National Interests», *International Relations of the Asia-Pacific* 15, n.º 1 (1 de enero de 2015): 181-83, https://doi.org/10.1093/irap/lcu015.

[132] Joseph A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy: Third Edition* (Harper Perennial Modern Classics, 1942).

como para el privado. No solo insta a los líderes empresariales a repensar estrategias y la cultura corporativa más coherentes y efectivas para la creación de valor, sino también a los gobiernos a reconsiderar nuevas formas y enfoques para regular la sociedad, optimizar las oportunidades económicas y fomentar la innovación.

En este sentido, el cambio profundo en la tecnología y la difusión del poder a una gama mucho más amplia de actores ha creado un "déficit diplomático" en la estructura tradicional de las relaciones internacionales[133]. La noción desafía el sistema diplomático y de gobierno "clásico" al enfrentarse con la velocidad y el impacto de las tecnologías emergentes. El sistema diplomático formal ya no es suficiente para representar los intereses de los actores más afectados por la toma de decisiones internacionales. El déficit diplomático también desafía la diplomacia formal en el campo de la tecnología, la innovación y la economía digital, agendas emergentes en la era de la disrupción.

En respuesta al desafío en las áreas, muchos países presentan un gran avance en su iniciativa o enfoque de diplomacia de varias maneras para enfrentar el impacto de los problemas que giran en torno a la tecnología y la innovación en aras de la política, la seguridad o intereses económicos. Los casos más destacados se encuentran el caso del Embajador de Asuntos Digitales de Francia (anteriormente Embajador de Ciber-Diplomacia y Economía Digital)[134], Techplomacy de Dinamarca[135], SWISSNEX de Suiza[136], la Red de Ciencia e Innovación del Reino Unido[137], el agregado de innovación holandés[138] y el Asesor de Ciencia y Tecnología de EE.UU[139].

En este contexto, Chile, como un importante actor internacional y regional, ha reconocido el papel fundamental de las nuevas tecnologías y la innovación en el crecimiento económico y el desarrollo. Desde la década de 1990, la diplomacia económica se ha convertido en un punto central de la política exterior del país, con el objetivo principal de aumentar los flujos comerciales y de inversión para apoyar el crecimiento impulsado por las exportaciones.

Recientemente, Chile ha tomado varios pasos para construir una ventaja competitiva "latente" en la floreciente economía digital: ha negociado capítulos que contienen altos estándares, que nada tienen que envidiar a otros acuerdos y que muchas veces han

[133] Alasdair Donaldson y Isabelle Younane, «A Diplomatic Deficit? The Rise of Non-State Actors | British Council», accedido 28 de abril de 2022, https://www.britishcouncil.org/research-policy-insight/insight-articles/diplomatic-deficit-actors.

[134] «France unveiled its international strategy for digital affairs and appointed a dedicated Ambassador - French Institute of Estonia», accedido 28 de marzo de 2022, https://ife.ee/en/international-strategy-for-digital/.

[135] Casper Klynge, Mikael Ekman, y Nikolaj Juncher Waedegaard, «Diplomacy in the Digital Age: Lessons from Denmark's TechPlomacy Initiative», *The Hague Journal of Diplomacy* 15, n.º 1-2 (19 de febrero de 2020): 185-95, https://doi.org/10.1163/1871191X-15101094.

[136] «Connecting Tomorrow», Swissnex, accedido 28 de mayo de 2022, https://swissnex.org/sanfrancisco/.

[137] «UK Science and Innovation Network - GOV.UK», accedido 28 de abril de 2022, https://www.gov.uk/world/organisations/uk-science-and-innovation-network.

[138] «Netherlands Innovation Network - Establishing International Sustainable R&D Cooperation», Netherlands Innovation Network, accedido 28 de abril de 2022, https://netherlandsinnovation.nl/.

[139] «Office of the Science and Technology Adviser», United States Department of State (blog), accedido 28 de abril de 2022, https://www.state.gov/bureaus-offices/under-secretary-for-economic-growth-energy-and-the-environment/office-of-the-science-technology-adviser/.

servido de modelo a otros, con la Alianza del Pacífico, Argentina, Brasil, Ecuador, Paraguay y Uruguay. Recientemente negoció con Nueva Zelanda y Singapur el DEPA y ha sido un importante actor en las negociaciones de la Iniciativa de Declaración Conjunta de la OMC sobre el comercio electrónico.

En este contexto, Chile tiene la opción de buscar una diplomacia económica integradora mediante la incorporación de una mirada a largo plazo que entienda que Chile requiere de una nueva economía y vea como aprovechar las ventajas de la economía digital, la tecnología y la innovación a través de la construcción de una "diplomacia de la innovación" como un subconjunto de la diplomacia económica. El nuevo instrumento diplomático es esencial para involucrar a los distintos actores interesados de modo de identificar intereses ofensivos de la política comercial chilena en cuestiones emergentes y multidimensionales, permitir vínculos nacionales e internacionales, así como crear sinergias entre los actores nacionales en la creación de políticas holísticas para el desarrollo económico, tecnológico y de las capacidades de la fuerza laboral. Mientras tanto, es muy probable que la diplomacia de la innovación le permita a Chile adaptarse con nuevas oportunidades y hacer frente a los desafíos diplomáticos disruptivos, que son imprescindibles para desempeñar un papel estratégico e innovador.

Conclusiones

Chile ofrece un importante caso de estudio al examinar las últimas seis décadas de comercio y desarrollo en América Latina. Al presentar inicialmente las características arquetípicas de una nación en desarrollo, Chile fue uno de los primeros países de la región en pasar por fases integrales de reformas políticas. Se pueden aprender varias lecciones de la experiencia chilena, en particular, que se necesita un enfoque iterativo de la modernización de las políticas para fomentar tanto el crecimiento económico como la inclusión social.

En respuesta a los procesos de globalización económica y cambio tecnológico, Chile está tomando medidas para promover la participación de las MIPYME en el comercio. Tradicionalmente al margen de la economía global, las pequeñas empresas pueden aumentar su competitividad y aprovechar nuevas oportunidades de mercado a través de herramientas que les permitan acceder a más y mejor información sobre las ventajas y preferencias que otorgan los acuerdos comerciales de Chile. La creación de un "Internet de reglas" de comercio debería reducir las barreras al comercio de productos tangibles y digitales, así como de servicios.

Si bien el concepto de economía digital sigue sin contar con una definición unánime, el cambio de procesar átomos a procesar bits tiene efectos globales para el desarrollo de Chile. En particular, las reglas del comercio han crecido en número y complejidad, creando así barreras para las empresas que carecen de los medios para cumplirlas. Al mismo tiempo, las pequeñas empresas exigen una mejor distribución de los beneficios que acompañan al comercio internacional. Para abordar estas necesidades, Chile está priorizando iniciativas que mejoren el acceso y el uso de políticas comerciales.

Como complemento a las iniciativas en la OMC y en los foros regionales, el país continúa colaborando para ampliar la participación de las MIPYME en el comercio internacional a través de esfuerzos de digitalización de sus compromisos comerciales. Al contribuir al nacimiento de un "Internet de reglas", Chile está enfrentando el desafío global de proporcionar una mejor infraestructura técnico-legal para la facilitación del comercio y el comercio digital.

En este contexto, Chile tiene la oportunidad de admitir y reflejar orgánica y funcionalmente la importancia de la economía digital, la tecnología y la innovación, que por su naturaleza son globales. Este instrumento diplomático permitiría a Chile vincular estratégicamente políticas internas o introspectivas, como la economía digital nacional o el desafío de pasar de ser un productor de commodities a una economía más sofisticada, con el esfuerzo de internacionalización de su economía. En definitiva, se trata de que la política comercial sea una pieza que encaje en el puzle de una estrategia de desarrollo económica inclusiva, democratizadora y sostenible. En eso, la economía digital tiene mucho que aportar al país y a su vez el país al mundo.

Bibliografía

- Abbate, Janet. Inventing the Internet. MIT Press, 2000.
- «About the Apache HTTP Server Project - The Apache HTTP Server Project». Accedido 23 de octubre de 2021. https://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html.
- «Acuerdo de Asociación Económica (AAE) entre Chile, Singapur, Nueva Zelanda y Brunei Darussalam (P-4)». Accedido 12 de noviembre de 2021. https://www.subrei.gob.cl/acuerdos-comerciales/acuerdos-comerciales-vigentes/p4.
- «Apache License, Version 2.0». Accedido 30 de octubre de 2021. https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.
- Bhagwati, Jagdish N. «US Trade Policy: The Infatuation with FTAs», 1995. https://doi.org/10.7916/D8CN7BFM.
- Burri, Mira. «Towards a New Treaty on Digital Trade». SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network, 10 de junio de 2020. https://papers.ssrn.com/abstract=3623734.
- «Change: It's Okay. Really. | Britannica Blog», 10 de julio de 2012. https://web.archive.org/web/20120710160022/http://www.britannica.com/blogs/2012/03/change/.
- Swissnex. «Connecting Tomorrow». Accedido 28 de mayo de 2022. https://swissnex.org/sanfrancisco/.
- Craig Atkinson y Beatriz Stevens. «Digitalising Trade Facilitation Implementation: Opportunities and Challenges for the Commonwealth». Commonwealth Trade Hot Topics. Vol. 160. Commonwealth Trade Hot Topics, 24 de junio de 2020. https://doi.org/10.14217/6bb5077c-en.

- Donaldson, Alasdair, y Isabelle Younane. «A Diplomatic Deficit? The Rise of Non-State Actors | British Council». Accedido 28 de abril de 2022. https://www.britishcouncil.org/research-policy-insight/insight-articles/diplomatic-deficit-actors.
- International Institute for Sustainable Development. «E-Commerce in the World Trade Organization: History and Latest Developments in the Negotiations under the Joint Statement». Accedido 26 de septiembre de 2021. https://www.iisd.org/publications/e-commerce-world-trade-organization-history-and-latest-developments-negotiations-under.
- «France unveiled its international strategy for digital affairs and appointed a dedicated Ambassador - French Institute of Estonia». Accedido 28 de marzo de 2022. https://ife.ee/en/international-strategy-for-digital/.
- Genesereth, Michael. «What Is Computational Law?» Stanford Law School. Accedido 11 de noviembre de 2021. https://law.stanford.edu/2021/03/10/what-is-computational-law/.
- Hauser, Heinz, y Sacha Wunsch-Vincent. «A Call for a WTO E-Commerce Initiative». University of St.Gallen, 1 de enero de 2001.
- Hayek, F.A. «The Use of Knowledge in Society». The American Economic Review 35, n.o 4 (1945): 519-30. http://www.econlib.org/library/Essays/hykKnw1.html.
- James Mohun y Alex Roberts. «Cracking the Code: Rulemaking for Humans and Machines». OECD Working Papers on Public Governance. Vol. 42. OECD Working Papers on Public Governance, 12 de octubre de 2020. https://doi.org/10.1787/3afe6ba5-en; https://web.archive.org/web/20211113003039/https://www.oecd-ilibrary.org/governance/cracking-the-code_3afe6ba5-en.
- Joseph Potvin. «Data With Direction: Is + Rule -> Ought». In Partial Fulfillement of the Requirements for the Degree of Doctorate in Administration – Project Management, Université du Québec en Outaouais, 2021. https://gitlab.com/xalgorithms-alliance/oughtomation-paper/-/blob/master/DBA-Thesis_JPotvin_UQO_AsSubmittedPDF.pdf.
- Klynge, Casper, Mikael Ekman, y Nikolaj Juncher Waedegaard. «Diplomacy in the Digital Age: Lessons from Denmark's TechPlomacy Initiative». The Hague Journal of Diplomacy 15, n.o 1-2 (19 de febrero de 2020): 185-95. https://doi.org/10.1163/1871191X-15101094.
- Konoe, Sara. «Economic Diplomacy: Japan and the Balance of National Interests». International Relations of the Asia-Pacific 15, n.o 1 (1 de enero de 2015): 181-83. https://doi.org/10.1093/irap/lcu015.
- Kushnir, K., M. Mirmulstein, y R. Ramalho. «Micro, Small, and Medium

Enterprises Around the World : How Many Are There, and What Affects the Count ?» Undefined, 2010. https://www.semanticscholar.org/paper/Micro-%2C-Small-%2C-and-Medium-Enterprises-Around-the-%3A-Kushnir-Mirmulstein/99ab1c743d6463e53734a8ad9f19c6450a4aae5c.

- Lever, George. «Cámara de Comercio de Santiago. Perspectivas Económicas del Sector Comercio 2021». Accedido 22 de abril de 2021. https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2020/11/Proyecciones-CCS-2021-so.pdf.
- Mahesh Uttamchandani. «Global Landscape for MSMEs». s. f. https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/media-documents/uncitral/en/c_msme_1_uttamchandani.pdf.
- Matsushita, Mitsuo, Thomas J. Schoenbaum, Petros C. Mavroidis, y Michael Hahn. The World Trade Organization: Law, Practice, and Policy. 3rd edition. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- Michael Genesereth. «Computational Law The Cop in the Backseat». CodeX: The Center for Legal Informatics at Stanford University, s. f. http://logic.stanford.edu/publications/genesereth/complaw.pdf.
- Ministerial Conference. «Joint Statement on Electronic Commerce», 13 de diciembre de 2017.
- Mishra, Asit Ranjan. «India Seeks Review of WTO E-Transmissions Moratorium». mint, 4 de agosto de 2021. https://www.livemint.com/economy/india-seeks-review-of-wto-e-transmissions-moratorium-11628018889902.html.
- National Board of Trade Sweden and UNCTAD. The Use of the EU's Free Trade Agreements: Exporter and Importer Utilization of Preferential Tariffs., 2018.
- Negroponte, Nicholas. Being Digital. 1. Vintage Books ed. New York, NY: Vintage Books, 1996.
- Netherlands Innovation Network. «Netherlands Innovation Network - Establishing International Sustainable R&D Cooperation». Accedido 28 de abril de 2022. https://netherlandsinnovation.nl/.
- N.Z. MINISTRY OF FOREIGN AFF. & TRADE. «Digital Economy Partnership Agreement – Briefing for the Economic Development, Science and Innovation Committee», 2 de julio de 2020. https://www.mfat.govt.nz/assets/Trade-agreements/DEPA/Briefing-for-the-Economic-Development-Science-and-Innovation-Select-Committee-for-Parliamentary-Treaty-Examination.pdf.
- Netcraft News. «October 2021 Web Server Survey». Accedido 23 de septiembre de 2021. https://news.netcraft.com/archives/2021/10/15/october-2021-web-server-survey.html.
- United States Department of State. «Office of the Science and Technology Adviser». Accedido 28 de abril de 2022. https://www.state.gov/bureaus-

offices/under-secretary-for-economic-growth-energy-and-the-environment/office-of-the-science-technology-adviser/.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. «Quinta Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5)», 12 de marzo de 2019. https://www.economia.gob.cl/2019/03/12/quinta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele5.htm.
- Ricardo, David. On the Principles of Political Economy, and Taxation, s. f.
- Sacha, Wunsch-Vincent. The WTO, the Internet and Trade in Digital Products: EC-US Perspectives (Studies in International Trade Law). Oxford: Hart, 2006.
- Sacha Wunsch-Vincent. «WTO, E-Commerce, and Information Technologies: From the Uruguay Round through the Doha Development Agenda». PIIE, 2 de marzo de 2016. https://www.piie.com/commentary/speeches-papers/wto-e-commerce-and-information-technologies-uruguay-round-through-doha.
- Schumpeter, Joseph A. Capitalism, Socialism, and Democracy: Third Edition. Harper Perennial Modern Classics, 1942.
- Sen, Nivedita. «Understanding the Role of the WTO in International Data Flows: Taking the Liberalization or the Regulatory Autonomy Path?» Journal of International Economic Law 21, n.o 2 (1 de junio de 2018): 323-48. https://doi.org/10/gd2jjk.
- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. «Acuerdo Transpacífico - TPP11». Accedido 18 de junio de 2021. https://www.subrei.gob.cl/acuerdos-comerciales/acuerdo-transpacifico-tpp11.
- ———. «DEPA». Accedido 19 de julio de 2021. https://www.subrei.gob.cl/landings/depa.
- ———. «¿Qué es una PYME en Chile?» Accedido 18 de julio de 2021. https://www.subrei.gob.cl/ejes-de-trabajo/home-comercio-inclusivo/pymes.
- «UK Science and Innovation Network - GOV.UK». Accedido 28 de abril de 2022. https://www.gov.uk/world/organisations/uk-science-and-innovation-network.
- UNCITRAL. «Reducing the legal obstacles faced by micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs) - A/CN.9/WG.I/WP.107». United Nations Commission on International Trade Law, octubre de 2017. https://undocs.org/en/A/CN.9/WG.I/WP.107.
- Wiese Schartum, Dag. «From Algorithmic Law to Automation-Friendly Legislation», 15 de agosto de 2016. https://www.scl.org/articles/3716-from-algorithmic-law-to-automation-friendly-legislation.
- World Trade Organization. «Trade Cost Index». Accedido 12 de noviembre de 2021. http://tradecosts.wto.org/.
- WTO. «Joint Statement on Electronic Commerce», 25 de enero de 2019.

- ———. «Ministerial Declaration on Global Electronic Commerce, WTO Doc. WT/MIN(98)/DEC/2», 25 de mayo de 1998. https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/FE_Search/FE_S_S009-DP.aspx?CatalogueIdList=4814,34856,20308&CurrentCatalogueIdIndex=1.
- Wunsch-Vincent, Sacha. «Trade Rules for the Digital Age». En GATS and the Regulation of International Trade in Services: World Trade Forum, editado por Marion Panizzon, Nicole Pohl, y Pierre Sauvé, 497-529. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. https://doi.org/10.1017/CBO9780511494543.023.
- Wunsch-Vincent, Sacha, y Arno Hold. «Towards coherent rules for digital trade: Building on efforts in multilateral versus preferential trade negotiations», 1 de enero de 2012. https://doi.org/10/gm9n99.
- Yasmin Ismail. «E-Commerce in the World Trade Organization: History and Latest Developments in the Negotiations under the Joint Statement». International Institute for Sustainable Development, enero de 2020, 34.

Ciberseguridad y Relaciones Internacionales: Interdependencia y Cooperación en la Era Digital

Verónica Barrios[140] y Carolina Sancho[141].

"Creemos en un futuro en el que la cooperación digital mejorada impulse el logro de los ODS, reduzca las desigualdades, una a las personas, favorezca la paz y la seguridad internacional y promueva las oportunidades económicas y la sostenibilidad ambiental" (La era de la interdependencia digital, 2019: 1)

Introducción

Este artículo aborda el tema de la ciberseguridad desde una óptica de las relaciones internacionales en la actualidad. Se constata que la naturaleza misma del asunto implica analizarlo desde una perspectiva multilateral, sin desconocer por ello la dimensión nacional en la materia y los desafíos que ambos niveles de análisis presentan bajo un enfoque de gobernanza en la ciberseguridad.

Este texto[142] se estructura en torno a tres ejes. El primero, relaciona el ciberespacio con el multilateralismo y lo vincula con los peligros que éste presenta. El segundo, describe el aporte de organismos internacionales que se han interesado en la ciberseguridad. Finalmente, el tercero explica algunos desafíos relevantes en la materia, refiriéndose al caso chileno.

De esta manera, se busca contribuir a la reflexión, debate y análisis de un tema emergente que requiere un oportuno tratamiento desde la política pública, con la finalidad de anticiparnos en el proceso decisional asociado a su gestión y regulación. Recordemos que este último dominio, conocido por el hombre y –a diferencia de los otros- creado por éste, forma parte del contexto en el cual es desarrollada la gestión del Estado, que debe enmarcarse y proyectarse de acuerdo a los principios e intereses declarados.

Ciberespacio: Ambiente en creciente demanda y peligros a ser enfrentados.

El ciberespacio es un dominio cuyo uso ha aumentado exponencialmente. En efecto, tal como consigna la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el Informe sobre la Conectividad Mundial de 2022, "en los últimos 30 años [...], el número de usuarios de Internet ha pasado de unos pocos millones a casi 5000 millones" (UIT, 2022:1), favoreciendo una creciente interacción virtual entre personas que se encuentran en diferentes lugares del mundo,

[140] Geógrafa. Coordinadora Jefe del área de Gobierno, Defensa y Relaciones Internacionales de la Asesoría Técnica Parlamentaria de la Biblioteca del Congreso Nacional.

[141] Cientista Politica. Especialista en ciberseguridad, seguridad pública y defensa nacional.

[142] La metodología para el desarrollo de este aporte está centrada, fundamentalmente, en material bibliográfico obtenido por medio de fuentes abiertas. Se trata de documentos de diverso tipo: oficial, académico – proveniente de libros y revistas especializadas - y publicados en medios de comunicación.

lo cual ha favorecido la necesidad de contar con estándares compartidos para beneficiarse de las ventajas que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

En este contexto, la incorporación de asuntos como el ciberespacio, su seguridad y la cooperación digital internacional, incrementan su presencia en el trabajo organismos multilaterales aportando material que va desde aspectos básicos conceptuales que han orientado desde la formulación de políticas nacionales sobre el uso seguro del ciberespacio, hasta compromisos internacionales para promover un desarrollo digital confiable e inclusivo y conectado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, como también, con actividades de encuentro que permita actualizar, capacitar o debatir sobre hallazgos y tendencias vinculados al uso, gestión y protección del ciberespacio, en términos de ofrecer un domino que pueda ser libre, abierto, seguro y resiliente.

En términos de conceptualización, la orientación de la UIT formulada en el año 2008 sugiere entender la ciberseguridad como:

"el conjunto de herramientas, políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciberentorno. Los activos de la organización y los usuarios son los dispositivos informáticos conectados, los usuarios, los servicios/aplicaciones, los sistemas de comunicaciones, las comunicaciones multimedio y la totalidad de la información transmitida y/o almacenada en el ciberentorno. La ciberseguridad garantiza que se alcancen y mantengan las propiedades de seguridad de los activos de la organización y los usuarios contra los riesgos de seguridad correspondientes en el ciberentorno. Las propiedades de seguridad incluyen una o más de las siguientes: disponibilidad; integridad, que puede incluir la autenticidad y el no repudio; confidencialidad" (UIT; 2008: 3).

Esta aproximación ha facilitado la generación de una base mínima compartida de lo que es necesario considerar en la gestión desde el Estado, particularmente cuando se ha necesitado regular o elaborar políticas nacionales en la materia, contemplando además la participación del sector privado, la sociedad civil y el mundo académico.

En forma complementaria, se han elaborado reportes que informan o actualizan sobre los peligros detectados en el ciberespacio. Por ejemplo, en la Guía sobre la Estrategia Nacional contra la Ciberdelincuencia, elaborada por INTERPOL en 2021, se presenta una sistematización del espectro de las ciberamenazas (Figura 1), reconociendo que presentan diversas motivaciones y se encuentran en constante evolución.

Figura 1: Espectro de las ciberamenazas. Fuente: INTERPOL, 2021.

Ciberseguridad: Problematizando que lo es necesario abordar.

Un ventajoso uso del ciberespacio requiere que exista confianza en que sus beneficios superan eventuales daños que pueda presentar su funcionamiento. Por este motivo, existe consenso en que es necesario proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad, tanto de los datos como de los sistemas que permiten su gestión. Existiendo una creciente tendencia a promover políticas públicas que fomenten la robustez, resiliencia y trazabilidad cibernética.

Diversos informes internacionales, dan cuenta de la gestión de ciberseguridad de los países, permitiendo conocer en términos comparados, los logros alcanzados periódicamente. Por ejemplo, el Reporte de Ciberseguridad 2002 elaborado por la OEA y el BID, denominado "Ciberseguridad Riesgos, Avances y el Camino a Seguir en América Latina", analiza la situación de cada país de la región a partir de la noción de Modelo de Madurez Cibernética, el cual presenta tanto cinco dimensiones (Figura 2) cuyo desarrollo se traduce en cinco niveles (Figura 3).

Figura 2: Cinco dimensiones del Modelo de Madurez Cibernética. Fuente: BID Y OEA, 2020

Figura 3: Cinco niveles para el desarrollo del Modelo de Madurez Cibernética. Fuente: BID Y OEA, 2020

Desde la UIT se elabora periódicamente el Índice de Ciberseguridad Global. Se trata de una medición del compromiso con la ciberseguridad que da cuenta de las distintas aristas del tema, considerando cinco factores en su valoración: Medidas legales, Medidas técnicas, Medidas organizativas, Desarrollo de capacidades, y Cooperación. Ambos informes contribuyen a orientar en el esfuerzo alcanzado por los países para brindar ciberseguridad a los usuarios que se conectan a éste desde zonas geográficas específicas.

Complementando lo indicado, destacan las publicaciones periódicas de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA). Particularmente, aquellas relacionadas con las amenazas detectadas en el ciberespacio. En su informe "Panorama de Amenazas 2021", identifica las principales amenazas detectadas que pueden afectar la seguridad en el ciberespacio (Figura 4) y presenta un mecanismo para clasificar su alcance (Figura 5).

La existencia de los peligros que pueden afectar el ciberespacio, ha potenciado la preocupación por la ciberseguridad, especialmente porque su uso exponencial está transformando la sociedad contemporánea. Transitar por este cambio requiere de confianza y estabilidad, sobre todo cuando se considera la necesidad de "reforzar [que en] la ciberseguridad es cada vez más importante la cooperación internacional, como complemento de las leyes, políticas y estrategias que deben adaptarse al contexto local" (UIT, 2021).

Figura 4: Panorama de Amenazas. Fuente: ENISA, 2021

Figura 5: Clasificación de la proximidad de las ciberamenazas. Fuente: ENISA, 2021

Proximidad	Afectados
CERCANA	Redes y sistemas afectados, controlados y protegidos dentro de las fronteras de la UE. Población afectada dentro de las fronteras de la UE.
INTERMEDIA	Redes y sistemas considerados esenciales para los objetivos operativos en el ámbito del mercado único digital de la UE y los sectores de la Directiva SRI, pero cuyo control y protección dependen de las autoridades públicas o privadas de instituciones de terceros países. Población afectada en zonas geográficas cercanas a las fronteras de la UE.
LEJANA	Redes y sistemas que, de verse afectados, tendrán un impacto crítico en los objetivos operativos en el ámbito del mercado único digital de la UE y los sectores de la Directiva SRI. El control y la protección de estas redes y sistemas son ajenos a las autoridades públicas o privadas de las instituciones de la UE o de los Estados miembros. Población afectada en zonas geográficas alejadas de la UE.
MUNDIAL	Todas las áreas mencionadas

Cooperación digital para una transformación digital segura.

El uso exponencial del ciberespacio y de las TICs está modelando a nuestra sociedad. En este sentido, la mayor capacidad de estas tecnologías, particularmente con la llegada del 5G (Figura 6), ofrece un uso aplicado en diferentes ámbitos como la medicina, la industria y las ciudades inteligentes (Figura 7).

Desde la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 2019 se ha planteado que nos encontramos en la "Era de la Interdependencia Digital" y que un desafío importante es la cooperación digital, entendida como "las formas mediante las cuales colaboramos para hacer frente a las consecuencias sociales, éticas, jurídicas y económicas de las tecnologías digitales con el fin de maximizar los beneficios y minimizar los perjuicios" (ONU, 2019:1).

Ello adquiere especial relevancia, cuando se constata una disrupción digital que está afectando la vida de las personas, la evolución de las organizaciones y el desarrollo de las instituciones. Se trata de una evolución que viene del siglo pasado, de acuerdo a CEPAL.

"Desde fines de los años ochenta, la revolución digital ha transformado la economía y la sociedad. Primeramente, se desarrolló una economía conectada, caracterizada por la masificación del uso de Internet y por el despliegue de redes de banda ancha. Luego, se desarrolló una economía digital, resultado de la expansión del uso de plataformas digitales como modelos de negocios de oferta de bienes y servicios. Ahora se avanza hacia una economía digitalizada, que basa sus modelos de producción y consumo en la incorporación de tecnologías digitales en todas las dimensiones económicas, sociales y medioambientales" (CEPAL, 2021: 11).

Figura 6: Evolución de las redes móviles y sus características. Fuente: CEPAL, 2021.

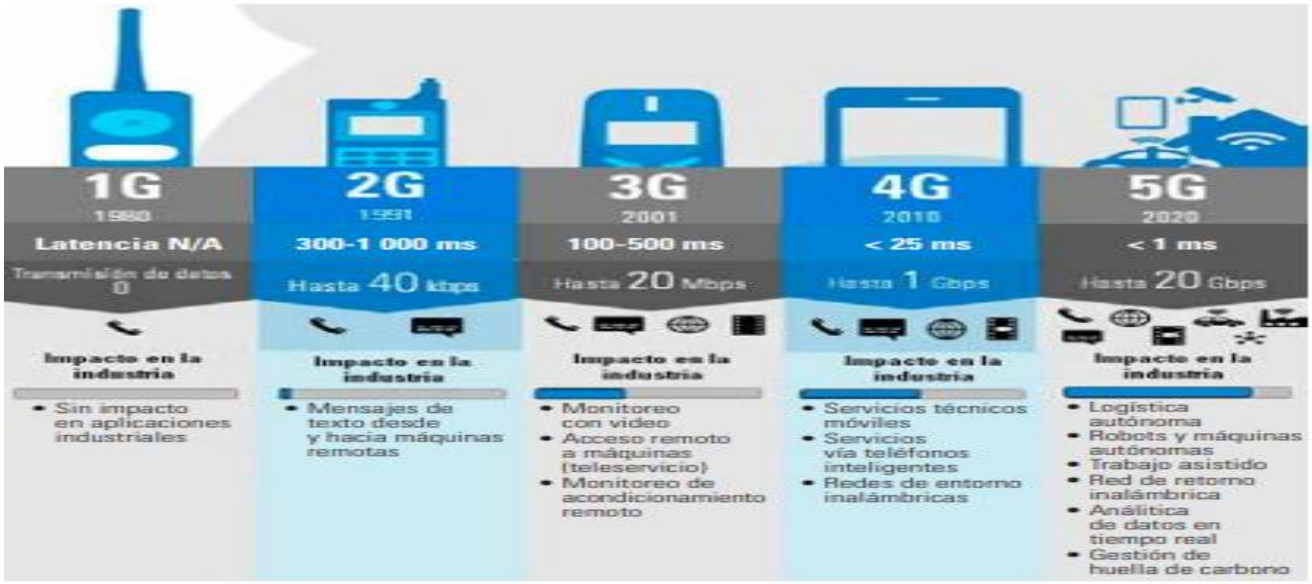


Figura 7: Aplicaciones de redes 5G sectoriales según los niveles de latencia requeridos. Fuente: CEPAL, 2021.

De esta manera, se constata que estamos frente a cambios que tienen impacto mundial. Por este motivo, el Secretario General de Naciones Unidas, Antònio Guterres, ha formulado una Hoja de Ruta para la Cooperación Digital. Se basa en las cinco recomendaciones del Informe del Panel de Alto Nivel del Secretario General sobre la Cooperación Digital ("Era de la Interdependencia Digital"), las que enfatizan:

- La necesidad de construir una economía y una sociedad digitales inclusivas;
- Crear capacidad humana e institucional;
- Proteger los derechos humanos y la capacidad de acción humana;
- Promover la confianza, la seguridad y la estabilidad digitales;
- Fomentar la cooperación digital mundial (ONU, 2020: 3).

A partir de estas, se identificaron ocho acciones (Figura 8), que se promueve desarrollar en forma prioritaria en los países.

En este sentido, la labor de Naciones Unidas ha estado orientada a favorecer la protección del espacio digital y reforzar la gobernanza de Internet. Se ha planteado un segmento digital multipartito vinculado a la iniciativa del Secretario General de convocar a una Cumbre del Futuro, proponiéndose la posibilidad de un Pacto Digital Global, así como también principios comunes que favorezcan un futuro digital abierto, libre y seguro.

En este contexto, de acuerdo al séptimo de los doce compromisos contenidos en la Declaración sobre la Conmemoración del 75° Aniversario de Naciones Unidas, se refiere a mejorar la Cooperación Digital a través de un Pacto Digital Global. La idea es enfatizar objetivos tales como: el valor de la conectividad sin exclusiones; evitar la fragmentación de Internet; promover la protección de datos; aplicar los derechos humanos en el ciberespacio; y, favorecer condiciones de confianza en Internet,

introduciendo criterios de rendición de cuentas y de gestión de contenidos engañosos.

En ese pacto también se debería reconocer el Patrimonio Digital como Bien Público Global y promover la regulación de la Inteligencia Artificial (Informe "Nuestra Agenda Común", 2021). Se trata de desplegar un esfuerzo político regulador para impulsar una gobernanza compartida, donde la diplomacia multilateral tiene una responsabilidad clave.

Considerando que estos temas requieren una atención especializada, se ha creado una Oficina del Enviado del Secretario General para la Tecnología, cuya gestión está centrada en:

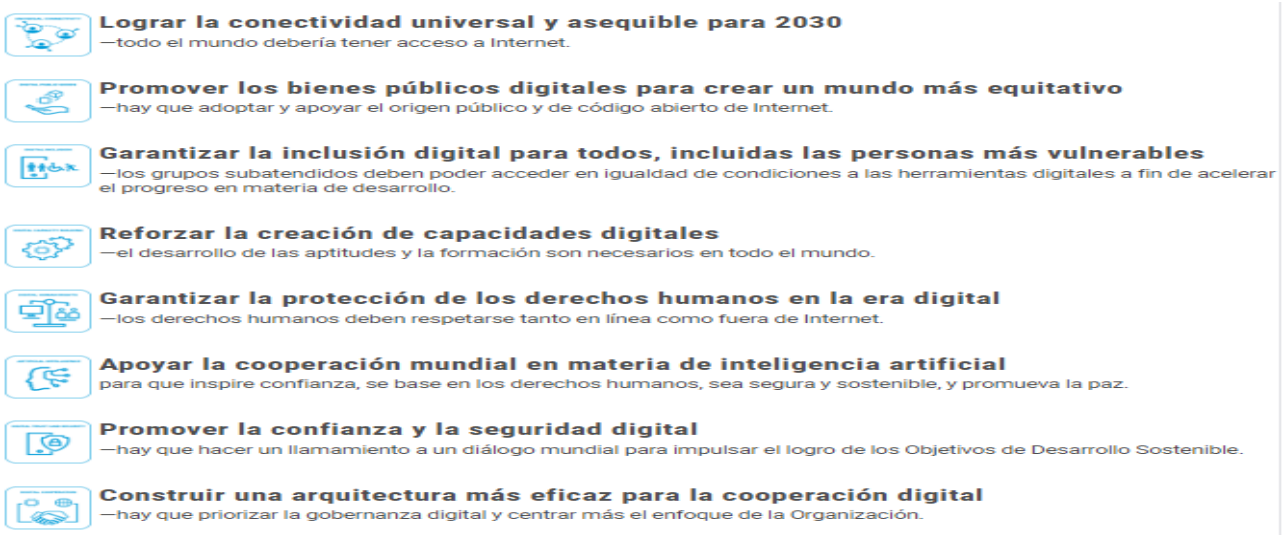
- "la implementación de la Hoja de Ruta del Secretario General, que coordina las distintas acciones previstas en ella y colabora estrechamente con las distintas entidades de las Naciones Unidas y los grupos de múltiples interesados, para garantizar la coherencia general, respetando plenamente los mandatos de las distintas entidades de las Naciones Unidas;
- [...] el diálogo sobre las recomendaciones de la Hoja de Ruta y las partes relacionadas de la Agenda Común para acelerar la cooperación digital mundial, aprovechando las oportunidades que brinda la tecnología y mitigando al mismo tiempo sus riesgos, para garantizar el progreso colectivo hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030.
- [...] defiende y es el punto focal de la cooperación digital para que los Estados Miembros, el sector privado, la sociedad civil, las comunidades académicas y técnicas y otros interesados dispongan de un primer punto de contacto con el sistema de las Naciones Unidas en general" (ONU, s/f)

Los cambios ocurridos con el incremento masivo en el uso del ciberespacio y la evolución de las tecnologías vinculadas a éste no sólo han sido tratados a nivel internacional sino también en los países. Desde una perspectiva de política pública orientada a la promoción del gobierno digital, se ha denominado transformación digital, al proceso que ha impulsado una modernización del Estado tendiente a ofrecer trámites y servicios públicos en forma virtual.

A nivel multilateral regional, desde la OEA en la reciente IX Cumbre de las Américas, efectuada en 2022, se ha planteado un Programa Regional para la Transformación Digital, comprometiéndose a trabajar en torno a cuatro ejes: Ecosistemas digitales y conectividad; Gobierno digital y abierto; Ciberseguridad; Crecimiento económico y competitividad.

A nivel nacional, en el caso de Chile, en el marco de la modernización del Estado se ha contemplado el denominado "Gobierno Digital", asunto que se aceleró con la pandemia del COVID 19.

Figura 8: Acciones claves para la acción de la Hoja de ruta para la cooperación digital. Fuente: ONU, s/f.



De esta manera, algunos servicios públicos e instituciones del Estado facilitan el desarrollo de trámites y servicios desde el ciberespacio. Ejemplo de ello, se encuentra con el hospital digital, la comisaría virtual y el Registro Civil en línea, entre otros. Es interesante, también, relevar la necesidad de que la ciudadanía adopte la realización de trámites digitales: para ello unidades como el Laboratorio de Gobierno son clave.

Estas experiencias fortalecieron la idea de que es necesario transitar hacia una transformación digital. Esta convicción se ha concretado en dos documentos que contribuyen en su avance. Por un lado, se ha promulgado la Ley 21.180 sobre "Transformación Digital del Estado". Además, se ha propuesto por parte de CEPAL, la Unión Europea y el Senado de la República una Estrategia de Transformación Digital al 2035. Ambos evidencian el compromiso y creciente interés para avanzar en la transformación digital.

Como se constata la ciberseguridad es un componente clave tanto en la cooperación internacional digital como en la transformación digital a nivel nacional. En esta línea, se siguen los planteamientos formulados en la Política Nacional de Ciberseguridad, documento formulado para el período 2017 – 2022, siguiendo estándares y tendencias internacionales. Considera los siguientes 5 objetivos, además de 41 medidas de acción:

- Contar en el país con una infraestructura de la información robusta y resiliente, preparada para resistir y recuperarse de incidentes de ciberseguridad, bajo una óptica de gestión de riesgos;
- Velar desde el Estado por los derechos de las personas en el ciberespacio;
- Desarrollar en Chile una cultura de la ciberseguridad en torno a la educación, buenas prácticas y responsabilidad en el manejo de tecnologías digitales;

- Establecer en el país relaciones de cooperación en ciberseguridad con otros actores y participar activamente en foros y discusiones internacionales; y
- Promover en el país el desarrollo de una industria de la ciberseguridad, que sirva a sus objetivos estratégicos.

Actualmente se revisa esta política para desarrollar una segunda versión que dé continuidad a la primera, considerando el contexto contemporáneo en el tema y muy especialmente los desafíos del país en la materia.

Reflexiones finales.

El ciberespacio como último dominio a disposición del hombre ofrece múltiples usos, que pueden beneficiar a personas, organizaciones, instituciones y países de diferentes maneras. Sin embargo, ello requiere de la acción multilateral para establecer consensos mínimos en torno a su uso y funcionamiento.

Particularmente, en lo referido a la ciberseguridad, condición esencial que, al contribuir a la confianza en el uso del ciberespacio y sus tecnologías asociadas, permite que ese beneficio prometido llegue a los ciudadanos, sin diferenciar capacidad económica, nivel educacional o grado de desarrollo desde donde estas tecnologías sean utilizadas.

Para que ello sea así, es necesario implementar la agenda de cooperación digital internacional, que implica desafíos en la transformación digital a nivel del Estado, favoreciendo que estos cambios lleguen a los diferentes sectores de la sociedad: privado, académico y sociedad civil. Evidenciando integrar el nivel local, nacional e internacional, en una búsqueda de un desarrollo digital inclusivo, cuya base requiere considerar la seguridad en el ciberespacio. Tarea en la cual hay importantes logros y muchos desafíos por alcanzar, ofreciendo una oportunidad única para colaborar entre personas, organizaciones, sectores y países con un objetivo claro: el resguardo de los derechos de las personas y su bienestar.

Esta sintética descripción de la Era Digital deja en evidencia el rol fundamental que ejerce la Diplomacia para tender los puentes necesarios de cooperación internacional, demandando de la Diplomacia del Siglo XXI una acabada formación profesional en el ámbito del Ciberespacio y el desarrollo de una Política Exterior que incorpore tanto las oportunidades como los desafíos que emanan de estas nuevas tecnologías. Estas exigen un grado de abstracción que sólo se consigue con el conocimiento y la práctica.

Finalmente, las tendencias expuestas nos estimulan a pensar en forma imperiosa desde una óptica de lo que pudiéramos denominar como la Ciberdiplomacia y sus desafíos a nivel nacional, regional y mundial.

Bibliografía

- UIT (2022) Informe sobre la conectividad mundial. Resumen Ejecutivo.
- UIT (2008) Recomendación UIT-T X.1205.

- INTERPOL (2020) Panorama Mundial de la Ciberamenaza relacionada con la COVID-19.
- INTERPOL (2021) Guía sobre la Estrategia Nacional contra la Ciberdelincuencia.
- ONU (2019) La Era de la Interdependencia Digital. Informe del Panel de Alto Nivel del Secretario sobre la Cooperación Digital.
- CEPAL (2021) Tecnologías digitales para un nuevo futuro.
- ONU (2020) Hoja de ruta para la cooperación digital: aplicación de las recomendaciones del Panel de Alto Nivel sobre la Cooperación Digital. A/74/821.
- OEA / BID (2020) "Ciberseguridad Riesgos, Avances y el Camino a Seguir en América Latina"
- UIT (2021) Función de la UIT en el fomento de la confianza en la utilización de las TIC.
- ONU (s/f) Acerca de la Oficina del Enviado del Secretario General para la Tecnología.
- OEA (2022) Programa Regional para la Transformación Digital. IX Cumbre de las Américas. Los Ángeles, EE.UU.
- CEPAL / UE / Senado de Chile (2022) Estrategia de Transformación Digital. Chile Digital 2035.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2017) Política Nacional de Ciberseguridad. Chile.
- ONU (2021) Nuestra Agenda Común - Informe del Secretario General.

SEPARATA VI.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y NEURODERECHOS:

DERECHOS HUMANOS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES.

Nota Introductoria.

Emb. Pedro Oyarce[1].

La Inteligencia Artificial (IA) es uno de los asuntos centrales de nuestra era, marcada por una convergencia de tecnologías con profundas implicancias para las culturas, las sociedades y el medio ambiente. El impacto de esta en la humanidad dependerá de cómo se articulan procesos regulatorios y de la forma que se canalicen avances hacia un mundo más justo y sustentable.

La IA, además de variadas tecnologías emergentes, han abierto realidades y procesos tecnológicos que pueden entregar un valor inédito a la ciencia y el conocimiento. Hay hechos objetivos: máquinas que pueden tomar decisiones cognitivas (vehículos autónomos) o también sugerir cursos de acción (software de diagnóstico médico). Es posible, igualmente, que un programador incorpore en el software, instrucciones que, en la práctica, se traduzcan en decisiones éticas.

El Dr. Ramón López de Mantarás se refiere a las dimensiones éticas de la IA y su vínculo con las tendencias que están impactando la sociedad en la que vivimos. Ello exige una reflexión continua para orientar estos procesos transformadores de las relaciones humanas y la convivencia societal.

El autor menciona dos enfoques básicos: "*top-down*", donde los principios éticos se programan explícitamente en la máquina y esta toma decisiones; y, "*bottom-up*", donde se espera que la maquina aprenda a decidir, éticamente, mediante la observación del comportamiento humano en situaciones reales, sin que se les enseñe reglas formales ni ninguna filosofía moral concreta. Ya existe una experiencia no relacionada con la ética, como es el aprendizaje automático en vehículos autónomos.

Este artículo es interesante pues evidencia que las dificultades pueden asociarse a temas más fundamentales relacionados a definiciones filosóficas. Concluye con razones para normar o poner límites al desarrollo de la inteligencia artificial y pensar en las máquinas inteligentes como asistentes al ser humano, insistiendo en que estos últimos son los que actúan como agentes morales. Este es un debate abierto, el cual debe considerar la protección de la dignidad y los derechos de las personas.

La profesora Lorena Donoso, en el artículo "*Ciberdiplomacia, neuroderechos y control social*", afirma que el desarrollo científico y tecnológico debe estar al servicio de las personas, respetando la vida, la integridad física y psíquica. Enfatiza el resguardo de la actividad cerebral, así como también la información proveniente de ella. Esto es consistente con los análisis de diversos especialistas que han estudiado la capacidad de procesamiento de los *smartphone*s contemporáneos, lo que ha facilitado la denominación de "co-cerebros".

[1] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

En este artículo, la académica hace ver la neuroprotección como una manifestación del desarrollo progresivo de los instrumentos internacionales de Derechos Humanos, a partir de la Declaración Universal de Derechos Humanos y los Pactos, hasta la mencionada Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (2005), y la Declaración Universal sobre Genoma y Derechos Humanos de la UNESCO. Identifica un conjunto de principios que deben atenderse en la neuroetica y estudia las implicancias éticas, legales, políticas y sociales de la investigación neurocientifica.

La autora entrega una detallada explicación de la reforma constitucional, materializada a través de la Ley 21.383, la cual establece el desarrollo científico y tecnológico al servicio de las personas. Efectúa una especial mención a la protección del cerebro humano, la cual debe tener el carácter de *Jus Fundamental*. Recuerda la atención que se le debe conceder a los imperativos éticos en el uso de las neurotecnologias: protección de los neurodatos, derechos a la identidad personal y a la autodeterminación, equidad en el acceso a las mejoras de las capacidades cerebrales, resguardo de las personas frente a los riesgos de discriminaciones en las aplicaciones de Inteligencia Artificial (conocido como "sesgos algorítmicos").

Concluye señalando que el nuevo texto constitucional era necesario porque responde a los avances tecnológicos de la neurociencia y, además, es coherente con los instrumentos de Derechos Humanos, suscritos y ratificados por Chile. Este es un tema inevitable de abordar en la sociedad contemporánea, donde debe haber un cuerpo jurídico que atienda los aspectos éticos de estas tecnologías, en términos de derechos fundamentales, de responsabilidad, de transparencia y de rendición de cuentas (IA – robótica y tecnologías asociadas, consideradas de alto riesgo). Este es un esfuerzo que tiene una proyección universal, donde es fundamental salvaguardar los derechos de las personas.

Gabriela Ramos, Directora General Adjunta para Humanidades y Ciencias Sociales de la UNESCO, reflexiona en torno a cómo estructurar un marco regulatorio global sobre la inteligencia artificial. Recuerda la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, adoptada en el 41° Período de Sesiones de la Conferencia General[2].

Este texto, no vinculante, constituye una guía u orientación para asegurar el Estado de Derecho en el dominio digital, incorporando una perspectiva de Derechos Humanos y un conjunto de estándares tendientes a considerar los efectos de la disrupción tecnológica. La idea era abordar, fundamentalmente, las implicancias para la privacidad y la protección de datos. El artículo se refiere a la precaución respecto del uso potencial de información sensible, más allá de sus objetivos fundamentales.

Es interesante recordar que UNESCO es la única organización internacional con un mandato en asuntos éticos como parte del

[2] El texto de la Recomendación se encuentra disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455

proceso de cooperación científica. En esta dirección, puede ser apropiado señalar que esta institución busca maximizar las oportunidades que ofrece la Inteligencia Artificial para fortalecer la democracia, el desarrollo y los derechos humanos.

Es claro que debemos mirar esta agenda desde el norte y el sur global, procurando converger en recomendaciones universales e inclusivas, que incorporan diferentes perspectivas culturales, asumiendo siempre la perspectiva ética de la ciencia. Esta conlleva referencias a la bioética y al manejo del genoma humano, de acuerdo a la Declaración Universal sobre Genoma y Derechos Humanos[3]: dado el avance de tecnologías de edición genética como CRISPR, estos son campos que adquieren una relevancia creciente.

La autora hace referencia a la política chilena en materia de IA y al Plan de Acción adoptado en 2021, indicando que nuestro país, junto a un grupo de Estados ha dado respuesta a una de las áreas más necesarias de abordar con acciones concretas en los procesos de transformación que las tecnologías generan en nuestras sociedades. Ello requiere, imperativamente, de certidumbres regulatorias. El artículo concluye convocando a una cooperación global en ética e inteligencia artificial, proceso que necesariamente debe entenderse en el contexto de un diálogo intercultural, indispensable para encontrar acuerdos frente a realidades complejas.

Una dimensión de alto interés que contiene esta separata es la reflexión de Román Yosif, quién, desde el Laboratorio de Gobierno, unidad especializada del Ministerio de Hacienda, plantea la necesidad de profundizar la innovación pública al servicio de las personas, invitando a ser parte activa de la discusión global sobre la transformación del Estado.

Describe un proceso tecnológico, altamente disruptivo, que genera cambios en la convivencia, acentuados por la pandemia. Yosif califica la emergencia de bienes digitales como uno de los principales productos de la cuarta revolución industrial. Redes sociales como nuevas formas de construir identidades, el almacenamiento de grandes volúmenes de datos en la nube (*cloud*) y la tecnología para el respaldo del intercambio de activos digitales (*blockchain*) son prácticas que modifican las formas de vincularnos con el entorno, donde la versión digital es claramente tangible.

El autor plantea que estas determinantes nos convocan como Estado para producir valor público y desarrollar soluciones para enfrentar estos procesos transformadores. En este contexto, sugiere el enfoque de innovación del sector público y la contribución del Laboratorio de Gobierno, como una institución capaz de aportar al diseño, desarrollo e implementación de políticas y gestión pública: una institución *usuario-céntrica* que procura cruzar todo el proyecto de carácter público, instalando a la innovación como una dimensión de gobernabilidad, crecientemente relevante

[3]Disponible en: https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-tecnology/human-genome-and-human-rights

para la calidad de la democracia. Se exponen ejemplos que permiten ver la transversalidad de temas de políticas públicas que han sido abordados a través de la metodología de trabajo del Laboratorio de Gobierno.

El artículo concluye con una reflexión, en torno a los principales desafíos del actual ciclo político en Chile. Hace ver que la materialización de transformaciones estructurales, fundamentalmente en el ámbito de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (DESC), exige un sector público con nuevas capacidades de innovación. Sin un Estado amigable, ágil, eficiente, digitalizado y más profesional, muy probablemente, sería difícil canalizar las aspiraciones ciudadanas.

Esta separata concluye con algunos comentarios del trabajo multilateral regional en inteligencia artificial (IA). La representante en Chile del Banco Interamericano de Desarrollo, María Florencia Attademo-Hirt, analiza el potencial de la IA para hacer más eficiente tanto el uso de los recursos como la gestión de las organizaciones. En definitiva, la calidad de vida de la gente, simplificando procesos para los usuarios y adelantándose a necesidades futuras.

Este es un tema en el cual el BID ha asumido los lineamientos y estándares de la OCDE, en contextos y realidades regionales. La idea es contribuir a una aplicación efectiva de un área en constante evolución: la civilización de la inteligencia artificial. Esta incluye diversas tecnologías y complejidades en torno a ejes habilitantes como la infraestructura, las definiciones de acciones para adoptar la IA y la dimensión ética.

Se trata de abordar procesos de una revolución industrial en acelerada evolución transformadora, con las perspectivas del sur global para evitar reproducción de sesgos y otros efectos poco favorables, para sectores amplios de la región. Es imperativo entender que estos escenarios conllevan profundos cambios de la geopolítica y del poder, donde es determinante el control de los datos, el desarrollo de los algoritmos y la hegemonía de la IA.

Conviene también tener presente que esto puede ir acompañado de un proceso de obsolescencia de las instituciones que carecen de capacidad de seguimiento y acción en esta esfera.

El artículo efectúa igualmente una referencia a los algoritmos como parte esencial de los sistemas de IA, ya que están encargados de procesar los datos para realizar diversas funciones (predicciones, clusterizaciones y caracterizaciones). Se plantea, además, una dimensión esencial al abordar la IA: la necesidad de determinar si un proyecto cumple con estándares éticos en la aplicación de esta. Este es un tema que la UNESCO ha analizado, aprobando una Recomendación sobre la ética de la IA (abordada, de igual manera, en esta separata).

Como una forma de cautelar el diseño, desarrollo e implementación ética de los algoritmos, el BID viene trabajando la iniciativa "fAIr LAC", cuyo objetivo es el uso responsable de la IA basado en los ya mencionados principios y orientaciones de la OCDE. Se advierte una preocupación por

operacionalizar tres dimensiones: la articulación de una red público-privada, generar capacidades para una adopción responsable de la tecnología y la mitigación de los riesgos.

El BID, a través de "fAIr LAC" ha generado una red de expertos y hubs en diferentes países de la región, desarrollando iniciativas y proveyendo soluciones a través de programas que han generado capacidades orientadas al sector público y privado.

Se aspira a fortalecer el ecosistema emprendedor, una de las principales fuentes de soluciones algorítmicas, trabajando desde la oferta de startups tecnológicas. La representante del BID menciona también iniciativas en países de la región, patrocinadas o impulsadas por el Banco, donde la IA está mejorando la calidad de vida de las personas, en el ámbito de las enfermedades crónicas, la mitigación del contagio del COVID-19 y del empleo.

Este artículo permite observar cómo un banco regional es capaz de entregar capacitación e intercambio de buenas prácticas a través de proyectos, para profundizar un posicionamiento con pertenencia a los países de la región, siempre asumiendo que la IA agrega valor a las estructuras económicas, organizacionales y sociales, generando condiciones para la gobernabilidad regional de estos procesos con alcance global.

La diplomacia científica debe estar en condiciones de actuar en los procesos regulatorios, en la construcción de proyectos regionales y globales, y en cautelar diversos principios éticos que han sido objeto de un trabajo multilateral.

Algunas consideraciones acerca de IA y Ética

Ramon López de Mantarás Badia[4]

Algunos investigadores de la Inteligencia Artificial (IA) piensan que los computadores deberían ser capaces de razonar y tomar decisiones en base a criterios morales explícitos. Por ejemplo, Susan Anderson y Michael Anderson (en Machine Ethics, 2011), dicen: "idealmente, nos gustaría poder confiar en máquinas para tomar decisiones éticas correctas por sí mismas, y esto requiere que creemos una ética para las máquinas".

Su argumento es que si estas máquinas pueden tomar miles de decisiones cognitivas por sí mismas (por ejemplo, en el caso de los vehículos autónomos, cuando frenar, cuando detenerse, cuando cedió el paso, etc.), también deberían poder tomar decisiones éticas. Este punto de vista es debido a que estos investigadores no distinguen entre razonar sobre asuntos fácticos y cuestiones morales, porque creen, erróneamente que las decisiones morales se pueden siempre racionalizar. De hecho, en 1853, John Stuart Mill, en su obra "*Sobre el Utilitarismo*", ya afirmaba que la facultad de tomar decisiones morales es una rama de nuestra razón.

Se han sugerido dos enfoques generales para que las máquinas inteligentes tomen decisiones éticas por sí mismas: el enfoque "*top-down*" (de arriba a abajo) y el enfoque "*bottom-up*" (de abajo a arriba). En el enfoque de *top-down*, los principios éticos se programarían explícitamente en la máquina, por ejemplo, en el sistema de conducción automática del vehículo. Así, las máquinas podrían obedecer "leyes" al estilo de las de la Robótica de Asimov (aunque no creo que ninguna máquina pueda realmente entender las leyes de Asimov) o "leyes" más ad-hoc, o incluso una filosofía moral general, como el imperativo categórico de Kant, el utilitarismo de Stuart Mill o alguna otra forma de consecuencialismo.

El punto principal es que un programador incorpore instrucciones, por ejemplo, en el software de conducción automática de vehículos, de modo que la máquina proceda en condiciones específicas de la manera más ética posible. Es decir, la máquina tome decisiones éticas basadas en la filosofía moral que se ha implantado en su software basado en inteligencia artificial.

Los críticos del enfoque *top-down* reconocen las dificultades inherentes de adherirse a cualquier filosofía moral en particular, dado que cualquiera de ellas, en algún momento u otro, conducirá a acciones y resultados que muchos encontrarán moralmente inaceptables, por el hecho de que no hay principios éticos universales. Para tomar un ejemplo familiar: surgirían preocupaciones obvias si, de acuerdo con el

[4] Miembro del Instituto de Estudios Catalanes, del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

consecuencialismo, un automóvil concluyera que sería preferible chocar contra el menos lujoso de dos automóviles aparcados, con el objetivo de minimizar el coste del daño causado cuando el daño es inevitable.

Las filosofías morales han desarrollado variantes que intentan abordar estos problemas. Sin embargo, entre estas escuelas éticas, también dentro de ellas, hay debates importantes que resaltan las dificultades que enfrentan recurriendo a filosofías particulares para que sirvan como sistemas de guía moral por las máquinas. Por ejemplo, hay un desacuerdo bien conocido y significativo sobre si es posible cuantificar la utilidad e incluso sobre si hay que tener en cuenta o no distintos grados de utilidad. Los consecuencialistas continúan enfrentándose a desafíos tales como estimar los efectos a largo plazo o determinar para quién se deben tener en cuenta estas mismas. Por ejemplo, la mayoría de los experimentos mentales del dilema del tranvía asumen que arrollar a cinco personas es obviamente peor que arrollar a una. Sin embargo, la gente no concede el mismo valor moral al hecho de que las posibles víctimas sean niños o un asesino psicópata convicto.

Es pues prácticamente imposible programar una máquina que sea capaz de tomar decisiones morales por sí misma, ya sea utilizando una filosofía moral concreta o una combinación de filosofías morales. Pero uno podría preguntarse: "Si los humanos pueden hacerlo, ¿por qué no las máquinas inteligentes?". Además, si bien se puede argumentar que los individuos tomamos decisiones morales sobre la base de esta o aquella filosofía, los humanos, primero, adquirimos valores morales de quienes nos educan y luego modificamos estos valores al estar expuestos a diversas aportaciones de nuevos grupos y culturas, desarrollando, gradualmente, nuestra propia moral personal. Además, estos valores están influenciados por principios sociales particulares que no se limitan necesariamente a ninguna filosofía moral concreta. En resumen, el enfoque de arriba hacia abajo es muy poco verosímil.

En el segundo enfoque, el *bottom-up*, se espera que las máquinas aprendan a tomar decisiones éticas mediante la observación del comportamiento humano en situaciones reales, sin que se les enseñe ninguna regla formal ni estén equipadas con ninguna filosofía moral en particular. Este enfoque se ha aplicado ya a aspectos no relacionados con la ética como el aprendizaje automático en vehículos autónomos. Por ejemplo, varios investigadores han utilizado el aprendizaje automático para mejorar la capacidad de detección de peatones. En particular, se ha logrado que un automóvil sin conductor aprenda aspectos básicos de conducción automática observando sólo 72 horas de datos de conducción humana. Sin embargo, considerar estos experimentos como precedentes para aprender la conducta ética es suponer que no hay una diferencia significativa entre aprender a responder de manera diferente a los semáforos verdes, rojos y amarillos, y aprender a comprender y apreciar el imperativo moral de reducir la velocidad, o incluso se detenga el automóvil, para evitar salpicar a un peatón que camina por la acera cuando hay grandes charcos de agua por donde circula el automóvil.

El problema es que situaciones como ésta son extraordinariamente numerosas y cada una puede pasar en contextos diferentes. A veces es un perro el que cruza y provoca un accidente, a veces un autobús escolar, etc. Un automóvil sin conductor necesitaría demasiados años de aprendizaje observando comportamiento humano como para aprender comportamiento ético de esta manera.

Para acelerar este proceso, algunos han sugerido que los automóviles sin conductor podrían aprender de las decisiones éticas de millones de conductores humanos, mediante algún tipo de sistema de agregación, como una especie de razonamiento grupal o basándose en lo que se conoce como "*wisdom of the crowd*" (sabiduría de las multitudes). Cabe señalar, sin embargo, que esto puede dar como resultado que los automóviles adquieran preferencias muy poco éticas, ya que no está nada claro que la mayoría de los conductores sigan un estándar de comportamiento digno de ser emulado por los vehículos autónomos. Si aprenden lo que hacen muchas personas, los vehículos inteligentes aprenderán por no respetar los límites de velocidad, llevar a cabo adelantamientos peligrosos, etc. También se debe tener en cuenta que, cuando se enfrentan al tipo de elecciones planteadas por el dilema del tranvía, las personas ejecutan acciones basadas en reflejos automáticos, en lugar de basarse en deliberaciones y la toma de decisiones éticas. Es decir, observar a las personas no les enseñará a estas máquinas lo que es ético, sino lo que es común.

En resumen, tanto el enfoque *top-down* como el *bottom-up* se enfrentan a serias dificultades. Estas no son tecnológicas, sino que se refieren a la esencia de las filosofías éticas utilizadas por los humanos. Aun así, estas dificultades no son nada en comparación con las planteadas por la cuestión de si las máquinas inteligentes pueden convertirse o no a agentes morales, ya que para ello deberían ser inteligencias artificiales "fuertes" en el sentido del filósofo John Searle. Ello, en mi opinión, es altamente improbable por no decir imposible.

Otra fuente importante de dificultad en el problema de incorporar ética en las máquinas es el concepto de autonomía. La autonomía es, de hecho, un concepto gradual. Algunas herramientas no tienen autonomía y uno debe explicar plenamente sus acciones mediante fuerzas externas a ellas. Por ejemplo, un martillo que golpea un clavo no tiene autonomía incluso cuando falla, porque se puede demostrar que el error fue debido a la torpeza de la persona que lo usó. Pero se puede afirmar que un sistema GPS rudimentario tiene un pequeño grado de autonomía para que, cuando se utiliza para saber cuál es la mejor manera de ir de un punto A un punto B, compara varias opciones y recomienda una, pero su recomendación se basa en un algoritmo creado por humanos, que calcula la ruta más corta, o la que menos tiempo tardará en recorrer, o algún otro criterio preprogramado.

Una cantidad significativa de autonomía se da cuando la máquina recibe pautas, incluso algunas contradictorias, y se le ordena que se base en la información que adquiere a

medida que avanza, extrayendo conclusiones por sí misma: por ejemplo, una versión más avanzada de un sistema GPS, que identifica la situación del tráfico y recomienda una ruta alternativa. Se considera que las máquinas equipadas con IA pueden actuar de forma mucho más autónoma que las que no están equipadas con ella.

Efectivamente, sabemos que los algoritmos de aprendizaje automático toman cada vez más decisiones sobre, por ejemplo, la concesión o no de créditos, diagnósticos médicos, recomendaciones personalizadas, publicidad y oportunidades laborales. El problema es que no pueden dar explicaciones sobre los motivos de sus decisiones.

Algunos creen que las máquinas pueden llegar a la autonomía total. Un (mal) ejemplo de ello son las armas letales autónomas, que eligen sus propios objetivos sin intervención humana y por consiguiente sus decisiones no se pueden abortar. De hecho, incluso estas máquinas están limitadas a las misiones que les asigna un humano y sólo son "libres" para elegir sus objetivos, desde la base de su programación. Su autonomía es pues también limitada: el especialista en ética militar George Lucas Jr., en "*Killing by remote control: the ethics of an unmanned military*", señala que en los debates sobre la ética de las máquinas a menudo se confunde la autonomía de las máquinas con la autonomía moral.

Las aspiradoras autónomas y el misil Patriot son autónomos en el sentido de que realizan sus misiones, adaptándose y respondiendo a circunstancias imprevistas con una supervisión humana mínima, pero no en el sentido de que puedan autónomamente decidir cambiar o abortar su misión en base a objeciones morales. Brad Templeton en "*Machines of loving grace: the quest for common ground between humans and robots*", lo expresó bien cuando afirmó que un robot sería verdaderamente autónomo el día que se le ordene llevar a cabo una tarea y, en lugar de hacerla, decida ir a pasear. Las máquinas son pues, en última instancia, herramientas de los seres humanos que las diseñan y fabrican.

Otra fuente importante del concepto erróneo que parece subyacer en gran parte de las discusiones sobre ética de las máquinas, se encuentra en las discusiones públicas sobre la IA, incluso en entornos académicos. Me refiero a la suposición de que existe esencialmente un solo tipo de IA. En realidad, hay dos tipos diferentes de IA. El primer tipo involucra software que busca razonar y tomar decisiones cognitivas de la misma manera en que lo hacemos las personas y, por lo tanto, es una IA que aspira a poder reemplazar a los humanos. Esta IA busca reproducir en el ámbito digital los procesos en los que se involucre a los cerebros humanos cuando deliberan y toman decisiones. En otras palabras, serían inteligencias artificiales "fuertes", dicho de otro modo, no simulan ser mentes, sino que serían mentes.

Sin embargo, hay otra: la IA específica. Esta, simplemente, busca proporcionar asistencia inteligente a los humanos. Este tipo de IA solo requiere que las máquinas sean mejores que los humanos en algunas tareas muy

concretas, y que lo hagan de manera efectiva dentro de los parámetros establecidos por los humanos o bajo su estrecha supervisión. Por ejemplo, la IA que colabora en el cuidado de los niños junto con los padres durante periodos cortos de tiempo dentro del hogar, o las diseñadas para el cuidado de las personas mayores, trabajando en equipo con el personal humano, y haciendo algunas tareas por su cuenta (por ejemplo, recordando a los pacientes el momento de tomar la medicación) y alertando al cuidador humano en determinadas condiciones, como, por ejemplo, cuando un paciente que abandona la habitación cuando no debiera.

Los términos, todos ellos sinónimos, utilizados en referencia a esta IA como herramienta sofisticada de ayuda a los humanos son ''Inteligencia Aumentada'', ''Inteligencia Amplificada" y ''Cognición Aumentada''.

En el contexto de los vehículos autónomos, parece que Tesla simplemente busca, al menos por ahora, proporcionar a los conductores humanos ayuda basada en inteligencia artificial que haga la conducción más segura. Pero se advierte al conductor humano que, incluso cuando el automóvil está en modo de piloto automático, debe mantener las manos en el volante en todo momento y estar siempre atento a la carretera y al entorno del vehículo. Hay una remota posibilidad de que la diferencia entre los dos tipos de IA pueda reducirse, o incluso desaparecer, a muy largo plazo.

Desafortunadamente, todavía prevalece la opinión de que las IA actuales, con capacidad enormemente limitadas, ya son capaces de actuar como si fueran IA generales y fuertes. Todo ello es pertinente porque si (a pesar de la muy alta improbabilidad de que ocurra) las máquinas inteligentes llegaran a tener mentes, entonces podrían efectivamente reemplazar a los humanos y actuar realmente por sí mismas. Esto significa que podrían dejar a los humanos fuera de los procesos de toma de decisiones (por ejemplo, en el caso de armas letales autónomas, máquinas que, una vez tomada la decisión de disparar no se pudiera revertir dicha decisión). En este escenario, más cercano a la ciencia ficción que a la ciencia real, las máquinas inteligentes deberán tomar decisiones morales por sí mismas y, por lo tanto, deberán ser tratadas como si fueran agentes morales que asuman la responsabilidad de sus decisiones. Ya no se podría considerar solo a los programadores, como fabricantes y usuarios sino como agentes morales. Bajo este escenario, la cuestión, aparentemente sencilla, de quién o qué multar cuando un automóvil sin conductor infrinja las leyes de tráfico se vuelve una cuestión compleja.

Hay razones muy poderosas para poner límites al desarrollo de la IA y pensar en las máquinas inteligentes en tanto que asistentes, en lugar de agentes con una mente que les permita funcionar por sí mismos. Una de las principales razones es que, aunque las máquinas inteligentes parecen muy buenas para llevar a cabo algunas funciones que los humanos realizamos (por ejemplo, memorizar), son muy malas en otras funciones (por ejemplo, preocuparse por aquellos a quien sirven). Por lo tanto, los robots para el cuidado de

ancianos son buenos para recordarles a los pacientes que tomen sus medicamentos, pero no para consolar cuando se afligen o tienen miedo. Esto lo deben hacer los cuidadores humanos.

En definitiva, en una sociedad formada por máquinas inteligentes y seres humanos debería exigirse que sean estos últimos los que actúen como agentes morales. Los seres humanos somos y debemos seguir siendo los únicos agentes morales. Aunque a muy largo plazo la IA fuerte fuera posible, convendría plantearse si deberíamos desarrollarla. Esa es, en mi opinión, la primera y más importante decisión ética en relación con la IA que debemos tomar.

Aprecio que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) reflexione sobre temas que involucran a la tecnología y a la ética, lo que ciertamente exigirá definiciones en donde debería prevalecer la filosofía moral y la toma de decisiones por parte de seres humanos.

Es interesante advertir cómo en el sistema multilateral, tanto a nivel global como regional, se están planteando estas materias: de hecho, la propia UNESCO, a través de la Recomendación para la Ética de la Inteligencia Artificial entrega orientaciones que deberán estimular procesos reguladores en diversas sociedades y contextos. Estos son ámbitos donde la acción diplomática es también necesaria, para lo cual se requiere una formación a fin de comprender los alcances del desarrollo del conocimiento científico y la innovación tecnológica.

Ciber diplomacia, neuro derechos y control social

Lorena Donoso Abarca[5]

Este trabajo busca realizar una reseña explicativa del sentido y alcance de la reforma constitucional coloquialmente denominada "consagración de los neuroderechos" o simplemente "neuroderechos". Para ello, esbozamos algunos conceptos de base, y analizamos los instrumentos internacionales de derechos fundamentales que cimentan las bases de la reforma tramitada en Chile. Sobre esta base, revisamos las ideas matrices del nuevo texto del inciso final del artículo 19 n° 1, y las analizamos en concordancia con normas vigentes en materia de derecho sanitario. No realizamos un análisis acabado de la normativa de protección de datos personales ni a la ley de neuroderechos, porque, al estar en tramitación, no contamos aún con textos afinados.

Antecedentes

"El desarrollo científico y tecnológico estará al servicio de las personas y se llevará a cabo con respeto a la vida y a la integridad física y psíquica. La ley regulará los requisitos, condiciones y restricciones para su utilización en las personas, debiendo resguardar especialmente la actividad cerebral, así como la información proveniente de ella."

Esta nueva disposición constitucional chilena no es una construcción ajena a nuestro sistema jurídico, sino que es una manifestación del desarrollo progresivo de derechos fundamentales internacionalmente reconocidos y reflejados en nuestra legislación interna.

Para entender el sentido y alcance de esta norma, en primer lugar, daremos noticia de la preocupación del legislador, para la memoria histórica de la reforma, luego acudiremos al elemento gramatical y científico para entender el objeto regulado, para luego referirnos al elemento sistemático, a través del análisis de cuerpos legales relacionados.

El elemento histórico

Las capacidades de las tecnologías para leer, interpretar y condicionar la actividad cerebral o más ampliamente del sistema nervioso central de la persona[6], a través de interfaces cerebro-cerebro, cerebro – máquina y otros dispositivos dotados de inteligencia artificial ha llamado la atención a los juristas, desde la óptica de los derechos fundamentales. En especial se ha llamado la atención respecto de que el empleo de estos dispositivos podría afectar indebidamente la libertad, igualdad y dignidad de las personas.

En materia de libertad se advierte que el libre albedrío y la autodeterminación pueden verse afectados por manipulaciones

[5] Abogada, Magister en Informática y Derecho, Profesora Asociada de la Universidad de Chile.
[6] El Sistema nervioso central comprende el cerebro, las meninges y la médula espinal.

indebidas de la persona a través de estos mecanismos.

En relación con la igualdad se ha llamado la atención en la necesidad de garantizar el acceso equitativo a las mejoras cognitivas o de calidad de vida que proveen estos equipos, con independencia a la situación económica y lugar en que la persona habite. Adicionalmente, se teme la necesidad de proteger a la persona frente a intrusiones ilegítimas en su información personal y de los sesgos algorítmicos que pueden conllevar los procesos automatizados de adopción de decisiones.

Desde la ciencia se ha solicitado que se establezca una regulación estricta respecto del empleo de neuro tecnologías e inteligencia artificial en ser humanos. Se sugiere adoptar medidas tales como limitar la posibilidad de renunciar a los datos neuronales o autorizar la implantación de nuevos datos en el cerebro o sistema nervioso central. Proscribir los pagos asociados a este tipo de pruebas y experimentaciones. Establecer requisitos estrictos para la cesión a terceros de los datos neuronales, y establecer obligaciones de minimización de datos, esto es, limitar la información que los dispositivos podrán transmitir a la máquina a aquellos estrictamente necesarios para la satisfacción de la finalidad legítima e informada de que se trate.

Rafael Yuste ha señalado que es necesario discutir y acordar un tratado internacional que defina las acciones que se considerarán prohibidas en relación con las neuro tecnologías e inteligencia artificial, en la que se visibilice los derechos neuronales y que proteja a las personas para que la información de sus cerebros goce del estatus de "dato de salud", y proscribiendo su explotación con fines de lucro o manipulación de las personas.

El elemento gramatical

Para comprender los alcances de la necesidad, es importante tener a la vista algunos conceptos. En primer lugar "ciencias neuronales", entendidas como aquellas que se dedican al estudio del funcionamiento del cerebro; luego, "neuro ética", que estudia las implicancias épicas de la investigación sobre el cerebro. En tercer lugar, "neuro tecnologías", concepto que engloba a las ciencias y técnicas que se ocupan del desarrollo de dispositivos capaces de leer, analizar, o escribir en el cerebro.

Cortina (2010) nos llama la atención respecto de que "las neurociencias son ciencias experimentales que intentan explicar cómo funciona el cerebro, sobre todo el humano, y dieron un paso prodigioso al descubrir que las distintas áreas del cerebro se han especializado en diversas funciones y que a la vez existe entre ellas un vínculo".

En el plano de las aplicaciones o usos de este tipo de desarrollos, se han mencionado los siguientes:

- Neuromarketing: Análisis de las decisiones de compra y diseño de estrategias de inducción.
- Neuro política: Análisis de los procesos de decisión política de las personas y diseño e implementación de estrategias de inducción.

- Ciencias neuronales: Bajo esta denominación se incluyen las disciplinas que se ocupan del estudio del funcionamiento del sistema nervioso, el cual está compuesto por el cerebro, la médula espinal y las redes de células sensitivas o motoras, en todo el cuerpo, a fin de comprender su funcionamiento, en sus distintas dimensiones, tanto fisiológicas como cognitivas y emocionales. Serán tales la neuro farmacología, neuro genética, neuro inmunología, neuro epidemiología, neuro intensivismo, etc.
- Neuro tecnología: "el conjunto de métodos e instrumentos que permiten una conexión directa de dispositivos técnicos con el sistema nervioso"[7].
- Neuro tecnología clínica: con ello se hace referencia a exámenes tales como el electroencefalograma, La estimulación magnética transcraneal, las neuro imágenes funcionales.

La consagración de la neuro protección como manifestación del desarrollo progresivo de los Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos.

Frente a esta problemática, desde el derecho se ha recomendado analizar este problema desde los tratados y declaraciones de derechos humanos que se han adoptado a lo largo de la historia.

A vía ejemplar, la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1947 consagra un andamiaje en el cual cimentar la construcción de la obligación de que el desarrollo tecnológico no atente contra la persona humana.

Es así como en su artículo 3, el derecho a la vida, la libertad y a la seguridad de su persona; en el artículo 5, protege a la persona respecto de la tortura o tratos crueles, inhumanos o degradantes; en el 6, consagra el derecho al reconocimiento de la personalidad; en el 7, el derecho a la no discriminación; en el 12, la protección de la persona respecto de injerencias arbitrarias en su vida privada, su familia, su domicilio o su correspondencia, y de ataques a la honra o a la reputación de la persona; en el 18, el derecho a la libertar de pensamiento, de conciencia y de relación, tanto adoptar un credo como a cambiarlo y manifestarlo tanto en público como en privado; y el 19, el derecho a la libertad de opinión y de expresión, que incluye el de no ser molestado a causa de sus opiniones, el de investigar y recibir informaciones y opiniones, y el de difundirlas, sin limitación de fronteras, por cualquier medio de expresión. Finalmente, como norma de clausura, el artículo 30 establece que "nada en la presente declaración podrá interpretarse en el sentido de que confiere de derecho alguno al Estado, a un grupo o a una persona, para emprender y desarrollar actividades o realizar actos tendientes a la supresión de cualquiera de los derechos y libertades proclamados en esta Declaración".

Como podemos apreciar, este instrumento fundamental, que dota de un marco común a los países miembros de las Naciones

[7] Müller, O., & Rotter, S. "Neurotechnology: Current Developments and Ethical Issues". Frontiers in systems neuroscience, 11, 93. 2017. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5733340/ (Abril, 2019).

Unidas en materia de derechos humanos, mantiene su plena vigencia hoy en día, pues sus normas son de carácter general y su redacción es neutra y atemporal. Sus imperativos se ven complementados con los instrumentos sectoriales, de los cuales sólo nos referiremos a aquellos que nos permiten visualizar los principios atingentes al objeto de nuestro análisis, cual es la modificación constitucional en la que se establece el derecho a la neuro protección.

Otro instrumento relevante en lo que importa al acceso equitativo de las mejoras cognitivas o de otra índole, asociada a las neuro tecnologías, es el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), que en su artículo 12 que reconoce el derecho a toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental, el artículo 13, relacionado al derecho a una educación que se oriente hacia el pleno desarrollo de la personalidad humana y del sentido de su dignidad, y debe fortalecer el respeto por los derechos humanos y libertades fundamentales.

Igualmente, relevante en este ámbito es que este artículo, a continuación, dispone que los Estados Parte convienen en que "la educación debe capacitar a todas las personas para participar efectivamente en una sociedad libre" (art.12) y reconocer el derecho de toda persona a "gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones (art. 15), para lo cual se deberán adoptar las medidas necesarias para la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia y la cultura, respetar la indispensable libertad para la investigación científica y para la actividad creadora y reconocer los beneficios que derivan del fomento y desarrollo de la cooperación y de las relaciones internacional en cuestiones científicas y culturales.

En primer lugar, la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, AMM, las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos (2002) del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (2005); y la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y Derechos Humanos, de la UNESCO, de 1998, aportan importantes elementos a la discusión.

Respecto de este último instrumento destacamos los principios que se reconocen respecto de la investigación en materia de genoma humano, a saber:

- Dignidad, en base al cual se propugna la preminencia de lo humano y la no discriminación de las personas en el marco de este tipo de investigaciones.
- Libertad, conforme al cual se debe exigir el consentimiento libre e informado de la persona de manera previa a su participación en una investigación de esta naturaleza. Adicionalmente, habrá de procurarse los mecanismos que permitan asegurar la protección a las personas en situación de vulnerabilidad, tales como los niños, niñas y adolescentes, personas aquejadas por una enfermedad o condición de vida que les impida decidir libremente. Asimismo, en base a este principio, la

persona podría decidir libremente si quiere saber o no saber.

- Información, que exige que se informe a la persona sobre las finalidades de la investigación, los efectos que pueda tener sobre su persona, los lineamientos de los protocolos de investigación, los usos que se dará a la información que emane de la investigación, a quien se comunicarán dichos resultados.
- Adecuación o razonabilidad, conforme al cual se debe contar con protocolos de investigación aprobados por comités ético-científicos, la elección de medios y procedimientos que minimicen los riesgos para la salud de las personas.
- Confidencialidad: la reserva de la información de la persona, de forma tal que solo tenga acceso a ella las personas que, dentro de sus facultades, la requiere, estableciendo mecanismos de seguridad eficientes.
- Justicia: Se trata de garantizar el acceso universal y equitativo al nuevo conocimiento, establecer mecanismos de cooperación científica y cultural a nivel internacional. Reconocimiento a las identidades culturales y hacerse cargo de la responsabilidad por los efectos nocivos que se pueda producir en las personas a raíz de las investigaciones.

Tratándose de las Pautas CIOMS, adoptadas en el seno de la Organización Mundial de la Salud (2002) rescatamos los siguientes principios complementarios:

- Respeto a las personas: "Toda investigación con seres humanos debe llevarse a cabo con el debido respeto y preocupación por los derechos y el bienestar de las personas participantes y las comunidades donde se realiza la investigación" (p.2). Ello implica el reconocimiento de la autodeterminación del ser humano, poniendo en la base de la legitimación el consentimiento informado de la persona, el cual debe obtenerse de acuerdo con los requerimientos legales y cumpliendo los estándares culturales de la comunidad en que se realizará la intervención. De este principio, además, hacen emanar el requisito de protección a las personas que se encuentren en situación de vulnerabilidad, por cualquier causa.
- Beneficencia / no maleficencia: Que exige que se busque el máximo beneficio con el mínimo riesgo de perjuicio a las personas, lo cual debiera aplicarse tanto al diseño de las investigaciones como a la selección de personal que participa de ellas, además del control ético de los resultados. En aquellos casos en que no sea factible obtener el consentimiento informado de los participantes, las intervenciones o los procedimientos de investigación que no ofrecen beneficios individuales, los riesgos para los participantes no deben sobrepasar el mínimo, salvo que un comité de ética de la investigación determine que no existe otro método que permita recolectar los datos necesarios en otra población o de una manera menos riesgosa.
- Justicia distributiva: Se exige la diseminación de los resultados de la investigación, incluidos los resultados

negativos. Asimismo, se exige que los beneficios de la investigación alcance a las comunidades en las cuales se llevan a cabo las investigaciones, ayudando a crear capacidad local de investigación, tanto personal como en infraestructura local. Asimismo, de este principio se deriva el requerimiento de que los productos que emanen de las investigaciones queden a disposición de la comunidad a precios y condiciones accesibles a la población.

- Pertinencia, razonabilidad, adecuación: En la selección de investigaciones, se trata de realizar aquellas investigaciones que proporcionan una información que no podría obtenerse de otra forma. En el diseño de los protocolos de investigación, la elección de métodos adecuados a los objetivos de la investigación y al campo de estudio y la autorización previa de los protocolos de investigación por comités de evaluación científica y ética. Adicionalmente, la idoneidad profesional será un factor crítico a la hora de que asegurar de que se concrete el valor científico y social proyectado. En este ámbito se exige además que las investigaciones tengan una capacidad de respuesta a las necesidades o prioridades de salud presente en la comunidad o en la región en la que dicha comunidad se inserta. Finalmente, este requisito tendrá aplicación a la selección de las personas que participen de una investigación, y en el acceso de ellas a los beneficios de la investigación. Asimismo, los riesgos a que se someta a las personas deben ser proporcionales a los beneficios individuales y valor social esperados.
- Valor social y científico: se trata de que las investigaciones que tengan relación con la salud tengan un diseño científicamente sólido, de forma de asegurar "la calidad de la información que se producirá, su pertinencia para abordar problemas de salud importantes y su contribución a la formulación o evaluación de intervenciones, políticas o prácticas que promuevan la salud pública o la salud de las personas" (p.1)

En base a estos instrumentos, desde la neuro ética se busca analizar y estudiar las implicancias éticas, legales, políticas y sociales de la investigación neurocientífica y proponer lineamientos o pautas de conducta que permitan delimitar y guiar el trabajo no sólo de los neuro científicos y neuro técnicos, sino que, además, las implicancias éticas y sociales que atañen a otras disciplinas tales como el derecho, la ingeniería, la medicina y las disciplinas a que dan lugar.

Desde esta perspectiva se señalan dos aristas relevantes: la ética de la neurociencia, que busca desarrollar un marco ético de las actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de las neurociencias y neuro técnicas; en segundo lugar pero que además la neurociencia de la ética, que busca explicar la concepción moral de una persona o incluso de una comunidad a partir de la base neuronal, esto es, como impacta la actividad cerebral tanto en la concepción y comprensión del bien y el mal, además de la capacidad de discernimiento a estos respectos por el ser humano.

En nuestro caso, nos centraremos en las cuestiones legales que surgen a raíz de la evidencia del desarrollo de la neurociencia, y cómo ha sido abordado, principalmente a partir de la experiencia de Chile. Asimismo, nos centraremos en la reforma constitucional propuesta y aprobada, que busca fortalecer los derechos fundamentales de la persona, por lo que no nos referiremos a cuestiones tales como la legitimación del uso de la neurociencia y neuro tecnología con finalidades forenses (detectores de mentiras e imágenes cerebrales como pruebas en juicio), ni la necesidad de analizar la normativa que se refiere a la determinación de la responsabilidad penal, aun cuando la norma constitucional aprobada podría tener repercusiones en estas materias.

La modificación constitucional

Las ideas matrices.

La ley N° 21.383, que modifica la carta fundamental para establecer el desarrollo científico y tecnológico al servicio de las personas, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, publicada recientemente el 25 de octubre de 2021, se inició por una moción parlamentaria presentada con fecha 07 de octubre de 2020. En su elaboración participaron científicos, académicos y representantes de la sociedad civil. Dentro de las ideas matrices del proyecto destacan la "necesidad de proteger la dignidad humana frente al uso de nuevas técnicas, en especial en lo tocante a la protección del "cerebro humano", concepto que no se agota sólo en una dimensión física, sino que más bien se expande hacia su dimensión de potencialidad mental que envuelve los misterios de la existencia humana y es por esa razón que debe tener la máxima protección jus fundamental"[8]. Se declara luego, que los imperativos éticos del correcto uso de las neurotecnologías incluyen cuatro elementos, a saber:

- Protección de los neurodatos: Derecho a la Privacidad de la información producida por la actividad cerebral a la cual es posible acceder a través de la neurotecnología. Entendemos por datos neuronales, Aquella información obtenida, directa o indirectamente a través de los patrones de actividades de las neuronas cuyo acceso está dado por neurotecnología avanzada, incluyendo sistemas de registro cerebrales tanto invasivos como no invasivos. Estos datos contienen una representación de la actividad psíquica, tanto consciente como subconsciente, y que corresponden al más íntimo aspecto de la privacidad humana. Será tal, la información electrofisiológica, la actividad mental consciente y la actividad mental inconsciente.

  En todo caso, si bien no toda esta información es dato de salud, no cabe duda de que es información sensible desde el punto de vista del análisis de riesgo desde la protección de datos personales. Adicionalmente, es importante considerar que esta información difícilmente puede ser anonimizada, pues a través de procesamientos de datos complejos podría Re identificarse a su titular.

[8] Historia de la ley N° 21.383, https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/7926/.

- El derecho a la identidad personal y la autodeterminación: la protección de la persona frente al uso de las neurotecnologías como herramientas que inhiba, modifique o altere indebidamente la identidad de la persona o que disminuya o anule sus posibilidades de autodeterminarse. Dicho, en otros términos, se trata de que "nadie puede alterar o manipular sin consentimiento los estados mentales de una persona que la constituye como tal, que la hacen ser quien es"[9]

  En este ámbito, quedarían proscritas las neurotecnologías que afecten la libertad de pensamiento, la libre deliberación política, la libertad ideológica de la persona y su capacidad de adoptar decisiones en base a sus propias convicciones, tales como aquellas que tienden a manipular a las personas con diversas finalidades.

  En el ámbito de autodeterminación, además, se trata de que los dispositivos que conectan el cerebro a una máquina, por ejemplo, para articular un implante o una prótesis, sean consistentes con la voluntad de la persona y no fuercen acciones indeseadas, puesto que lo contrario, además de vulnerar el libre albedrío, tendría graves consecuencias a la hora de imputar responsabilidad a la persona por actos realizados a través de dichos implantes o prótesis. En un ejemplo, pensemos en una persona que cuenta con una interfaz cerebro máquina asociada a una prótesis de brazo; si esa prótesis es susceptible de ser hackeada o por un tercero, u opera en base a un algoritmo malicioso podría infligir daño a un tercero, ya sea en la persona o sus bienes. En este caso, ¿a quién debiéramos atribuir la responsabilidad por los daños causados?, para que la respuesta sea a la persona que tiene implantada o conectada el dispositivo sería necesario poder asegurar que esas acciones son indubitadamente imputables a esa persona.
- Equidad en el acceso a las mejoras de las capacidades cerebrales: establecimiento de condiciones de acceso equitativo a todos los segmentos de la población a los beneficios de las neurotecnologías. A vía ejemplar, el acceso a neurotecnologías que restablecen o reparan la conexión entre un órgano y el cerebro, para permitir o potenciar su función, no podrá ser accesible solo a las personas con más recursos, sino que debiera propenderse a su acceso universal.
- Protección de la persona frente al sesgo algorítmico: establecimiento de resguardos que minimicen los riesgos de discriminaciones arbitrarias en las aplicaciones de inteligencia artificial a las neurotecnologías. A este respecto, estimamos que los sesgos que se incluyen en la programación de un dispositivo o en soluciones de inteligencia artificial pueden constituir

[9] Wajnerman P. Abel. "Neuroderechos: Un Código Ético", en línea https://www.uahurtado.cl/wp-images/uploads/2021/06/neuroderechos-codigo-etico.pdf

una discriminación, que será arbitraria si no responde a criterios o intereses legítimos. A este respecto, una de las pretensiones es la transparencia de los algoritmos o al menos su auditabilidad. Asimismo, el proyecto de ley de protección de datos en tramitación, siguiendo a la normativa europea, pretende establecer el derecho de oposición a las decisiones automatizadas, como una herramienta al servicio de la protección de la persona frente a las decisiones arbitrarias que puedan emanar de estas operaciones de tratamiento de datos personales.

El texto inicial y el aprobado

El texto de la moción parlamentaria era del siguiente tenor: "Intercálese el siguiente inciso segundo en el artículo 19 Numeral 1° de la Constitución Política del Estado, pasando el actual inciso segundo a ser tercero y así sucesivamente «La integridad física y psíquica permite a las personas gozar plenamente de su identidad individual y de su libertad. Ninguna autoridad o individuo podrá, por medio de cualquier mecanismo tecnológico, aumentar, disminuir o perturbar dicha integridad individual sin el debido consentimiento. Sólo la ley podrá establecer los requisitos para limitar este derecho, y los requisitos que debe cumplir el consentimiento en estos casos», el texto finalmente aprobado es el siguiente:

"Artículo único.- Modificase el número 1° del artículo 19 de la Constitución Política de la República, de la siguiente forma:

Agregase el siguiente párrafo final, nuevo:

«El desarrollo científico y tecnológico estará al servicio de las personas y se llevará a cabo con respeto a la vida y a la integridad física y psíquica. La ley regulará los requisitos, condiciones y restricciones para su utilización en las personas, debiendo resguardar especialmente la actividad cerebral, así como la información proveniente de ella;»".

Como podemos apreciar, el texto aprobado es consistente con los instrumentos de derechos humanos a que nos referimos al inicio de nuestro análisis, además de guardar coherencia con las ideas matrices declaradas y con el actual texto constitucional.

En efecto, la primera parte del nuevo inciso final del artículo 19 N°1, que declara que el desarrollo "científico y tecnológico estará al servicio de la persona humana", tiene una directa relación con el principio de "dignidad" contenido en el tratado de la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y Derechos Humanos, de la UNESCO (1998); además, de constituir una manifestación de los principios de "respeto a las personas" y de "beneficencia / no maleficencia", contemplados en las Pautas CIOMS, adoptadas en el seno de la Organización Mundial de la Salud (2002).

La segunda parte, en cambio, emana del imperativo de coherencia interna del texto constitucional, especialmente en lo previsto en el artículo 19 N° 26 que dispone que "la seguridad de que los preceptos legales que por mandato de la Constitución regulen o complementen las garantías que ésta establece o que las limiten en los casos en que ella lo autoriza, no podrán afectar los derechos en su esencia, ni imponer

condiciones, tributos o requisitos que impidan su libre ejercicio".
Es así como mientras la constitución sienta las bases esenciales del derecho, deja luego al legislador la dictación de la normativa que desarrolle el derecho, pero siempre respetando su contenido esencial. Es por ello por lo que, además del proyecto ley aprobado, se tramita otro proyecto de ley (Boletín 13.828), que busca cumplir con el mandato del nuevo inciso a que nos referimos en estas líneas. Ello sin perjuicio de las necesarias referencias a la modificación a la ley 19.628, mal llamado de protección de la vida privada, que se tramita en el congreso nacional (BOLETINES Nos 11.092-07 y 11.144-07, refundidos).

Otro aspecto relevante dice relación con la labor que deberán cumplir los tribunales de justicia en la interpretación y aplicación práctica de la nueva norma, especialmente a través del recurso de protección, consagrado en el artículo 20 del texto constitucional, pues la nueva disposición queda dentro del ámbito de aplicación del recurso de protección, frente a actos u omisiones arbitrarias o ilegales de los que la persona sufra privación, perturbación o amenaza en el legítimo ejercicio del derecho de las personas a que el desarrollo científico y tecnológico cumpla con los imperativos de la nueva norma constitucional.

El análisis sistemático

Sin perjuicio de lo anterior, no podemos olvidar que la nueva norma se inserta en un marco jurídico de larga data, en el cual se contemplan algunas normas de utilidad a los efectos del problema que nos ocupa.

Es así como la Constitución Política ya había sido reformada el año 2018 a través de la ley 21.096, para consagrar el derecho a la protección de datos personales, incorporado en el 19 N° 4, en los siguientes términos: "4º.- El respeto y protección a la vida privada y a la honra de la persona y su familia, y, asimismo, la protección de sus datos personales. El tratamiento y protección de estos datos se efectuará en la forma y condiciones que determine la ley". No cabe duda que los datos neuronales debieran ser considerados datos sensibles en los términos de la ley 19.628, sin embargo, se debe tener la precaución de incluirlos en esta categoría, máxime que en el actual texto del proyecto de ley que modifica a la ley se establece una enumeración cerrada de los datos que sensibles.

Adicionalmente, cuando nos referimos al empleo de neuro tecnologías en el ámbito de las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud, cobra relevancia lo previsto en la normativa sanitaria. En primer lugar, el Código Sanitario, en su artículo 111 se dispone que "los instrumentos, aparatos, dispositivos y otros artículos o elementos destinados al diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades de seres humanos, así como el reemplazo y modificación de sus anatomías" y que no correspondan a substancias farmacéuticas, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que les sean aplicables según su naturaleza.

En particular, "las personas naturales o jurídicas que, a cualquier título, fabriquen, importen, comercialicen o distribuyan tales elementos deberán realizar el respectivo

control y certificación de su calidad en servicios, instituciones laboratorios o establecimientos con autorización sanitaria expresa, otorgada por el Instituto de Salud Pública de Chile". Estas certificaciones, previstas en el artículo 7 de este mismo código, son condición necesaria para iniciar el funcionamiento de la empresa. Se trata de certificaciones temporales, por el plazo que establezca el reglamento, con un mínimo de tres años.

Mirada desde los sujetos.

A continuación, trataremos de sistematizar las normas, desde una perspectiva subjetiva, de forma que permita al lector comprender el rol que cabe a cada uno de los sujetos o instituciones que participan de los procesos asociados a estos dispositivos;

- Instituto de Normalización Nacional (INN): a quien corresponde establecer las especificaciones técnicas a través de normas oficiales chilenas, aprobadas por el Ministerio de Salud. A falta de una norma chilena, el Ministerio de Salud podrá fijar dichas especificaciones, a proposición del INN y sobre la base de la información generada por organismos internacionales o entidades extranjeras especializadas (art. 111, letra c))
- Instituto de Salud Pública (ISP): a quien corresponde autorizar y fiscalizar a las entidades que realicen el referido control y certificación. Adicionalmente, a falta de organismos privados que desarrollen dichas tareas, deberá ejecutarlas por sí mismo. (art. 111 letra b). Adicionalmente, al ISP corresponde llevar un registro público de todas las investigaciones científicas en seres humanos con elementos de uso médico autorizados para realizarse en el país, el cual quedará sujeto al deber de transparencia, conforme a las disposiciones de la ley 20.285.
  En el caso que se pretenda usar un dispositivo en investigaciones científicas en seres humanos, al ISP le corresponderá evaluar y, en caso de que proceda, otorgar una autorización especial para su uso provisional, la cual es aplicable tanto a dispositivos que no cuenten con el respectivo registro o, respecto de aquellos que cuentan con dicho registro, pero se pretende utilizarlos de una manera distinta a la registrada. A la solicitud correspondiente se deberá cumplir con lo previsto en el artículo 10 de la ley 20.120, esto es, se deberá adjuntar el protocolo de investigación, el formato de consentimiento informado, la póliza de seguros y todo otro antecedente que establezca el reglamento. La autorización será temporal, limitada al máximo de un año y específica, por lo que no podrá aplicarse el dispositivo a una investigación distinta. (art. 111 A.-).
- Ministerio de Salud (Minsal): además del rol que señalamos antes, a Minsal le corresponde disponer, a proposición del ISP, por decreto fundado, las diferentes clases o tipos de instrumentos, aparatos, dispositivos, artículos y elementos que quedarán sometidos a estas exigencias. El decreto deberá indicar las especificaciones técnicas a que se sujetará el control de calidad y las entidades que cuentan con autorización oficial para ejecutarlo o la inexistencia de interesados en obtener

esta autorización. Asimismo, el Ministerio de Salud podrá establecer, mediante decreto supremo, la exención de la exigencia, respecto de aquellos elementos de uso médico que no conlleve un riesgo relevante para las personas.

Adicionalmente, al Ministerio le corresponderá disponer, por decreto supremo, "la clase de los elementos de uso médico para cuya investigación será obligatoria la presentación de pólizas de seguro"[10].

- Secretaría Regional Ministerial (SEREMI): Las infracciones a estas disposiciones podrán ser objeto de un Sumario sanitario, de la Secretaría Regional Ministerial del territorio en que se cometan y los elementos y dispositivos "que se comercialicen o distribuyan a cualquier título sin contar con el certificado de calidad establecido en esta disposición serán decomisados, sin perjuicio de las demás medidas que pueda adoptar la autoridad sanitaria" (art. 111 letra f)).

Las infracciones que se comentan con ocasión del empleo de elementos de uso médico en el marco de investigaciones en seres humanos, serán sancionadas conforme a las disposiciones del libro décimo del Código Sanitario y las que establece la ley N° 20.120, sobre investigación científica en el ser humano, su genoma y prohíbe la clonación humana.

Utilización de dispositivos en investigaciones en seres humanos.

La ley 20.120, de 2006, regula la investigación científica en seres humanos. Si bien esta ley se dictó con ocasión de los avances de la investigación científica biomédica, estimamos que debe ser tenida a la vista en el análisis sistemático de la nueva normativa. En especial lo que dispone el artículo 10, en tanto que se ajusta a las ideas matrices del nuevo texto constitucional, como podemos ver:

"Artículo 10.- Toda investigación científica en seres humanos que implique algún tipo de intervención física o psíquica deberá ser realizada siempre por profesionales idóneos en la materia, justificarse en su objetivo y metodología y ajustarse en todo a lo dispuesto en esta ley.

No podrá desarrollarse una investigación científica si hay antecedentes que permitan suponer que existe un riesgo de destrucción, muerte o lesión corporal grave y duradera para un ser humano.

Toda investigación científica biomédica deberá contar con la autorización expresa del director del establecimiento dentro del cual se efectúe, previo informe favorable del Comité Ético Científico que corresponda, según el reglamento."

En esta ley además se consagra el principio de consentimiento, conforme al cual toda investigación científica en un ser humano debe contar con el consentimiento de la persona o, en su defecto, el de aquel que deba suplir su voluntad. El consentimiento será revocable, sin que la revocación pueda

[10] Art. 111 F.- Código Sanitario.

acarrear perjuicios o pérdida de beneficios a la persona.

Para que sea válido, el consentimiento deberá ser previo, expreso, libre e informado y específico, en relación a la investigación y su protocolo, de forma tal que si se modifica alguno de estos elementos deberá volver a recabarse de la persona o de quien le represente.

Para que el consentimiento sea informado, la persona debe conocer y entender los aspectos esenciales de la investigación, en especial su finalidad, beneficios, riesgos y los procedimientos o tratamientos alternativos. (art.11).

En la materia que nos ocupa, con el nuevo texto constitucional debiéramos sostener que habrá casos en los cuales el consentimiento de la persona no será suficiente, puesto que la investigación deberá garantizar que se ajusta al mandato conforme al cual "la ciencia y la tectología están al servicio de las personas y se llevará a cabo con respeto a la vida y a la integridad física y psíquica.", además de resguardar la actividad cerebral, así como la información proveniente de ella.

Mención especial merece, en las investigaciones científicas en personas humanas realizadas con dispositivos que cuenten con autorización provisional, el rol del titular de la autorización, la entidad patrocinante, el investigador principal y el respectivo centro donde se realice la investigación, a quienes corresponde la obligación de utilizar los dispositivos de acuerdo a la autorización y al protocolo de investigación aprobado, además del deber de notificar al ISP, y al Comité Ético Científico que corresponda "en el plazo y según la forma que establezca el reglamento respectivo, de las reacciones adversas y los eventos adversos producidos con ocasión del estudio. Asimismo, serán responsables del cumplimiento de las normas sobre farmacovigilancia y tecnovigilancia conforme al reglamento".[11]

Asimismo, en este caso, es preciso hacer presente que el paciente sujeto del ensayo clínico tendrá derecho a que, una vez terminado el mismo, "el titular de la autorización especial para uso provisional con fines de investigación y, con posterioridad en su caso, el titular del registro sanitario del producto sanitario de que se trate, le otorgue sin costo para el paciente la continuidad del tratamiento por todo el tiempo que persista su utilidad terapéutica, conforme al protocolo de investigación respectivo" Obligación que pesará sobre el titular del registro sanitario, aun cuando no haya sido titular de la autorización provisional o haya adquirido con posterioridad el registro sanitario[12].

Además, los titulares de las autorizaciones para uso provisional con fines de investigación serán responsables por los daños que causen con ocasión de la investigación, aunque estos se deriven de hechos o circunstancias que no se hubieren podido prever o evitar según el estado de los conocimientos de la ciencia o de la técnica,

[11] Art. 111 B.- Código Sanitario.

[12] Art. 111 C.- Código Sanitario.

existentes en el momento de producirse los daños; incluso, acreditado el daño, se presumirá que se ha producido con ocasión de la investigación. La acción para perseguir esta responsabilidad prescribe en 10 años contados desde la manifestación del daño, salvo que se haya decretado una alerta sanitaria con ocasión de una epidemia o pandemia y durante la vigencia de esta, caso en el cual el plazo se contará desde el término del respectivo ensayo, cuando se trate de dispositivos médicos destinados a enfrentar las circunstancias que sirvieron de fundamento al decreto de alerta sanitaria de que se trate[13].

Adicionalmente, el Código establece la obligación de los titulares de las autorizaciones especiales para uso provisional para fines de investigación de elementos de uso médico, contar con una póliza de seguro por responsabilidad civil, conforme al reglamento que se dicte a través del Ministerio de Salud.

Clasificación de dispositivos médicos según riesgo.

A las normas antes señaladas, estimamos que es de suma relevancia añadir el análisis de la guía para la clasificación de dispositivos médicos según riesgo, elaborada por el ISP[14], a efectos de orientar tanto a fabricantes, importadores y distribuidores como a los profesionales del área clínica.

Según este organismo, un modelo de clasificación de dispositivos basado en riesgos "considera la vulnerabilidad del cuerpo humano teniendo en cuenta los riesgos potenciales asociados con este tipo de productos" (p.4).

En primer lugar, el documento define un dispositivo médico, en los siguientes términos:

"Se entenderá por tal cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, equipo, artefacto, implante, reactivo, para uso in vitro, software, material u otro artículo similar o relacionado, que cumpla con las siguientes condiciones copulativas:

1.- Que no se trate de las sustancias descritas en los artículos 95 inciso primero, 102 y 106 del Código Sanitario;

2.- Que no logre su acción principal en o sobre el cuerpo humano por mecanismos farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, aunque pueda ser ayudado en su función por tales mecanismos; y,

3.- Que su uso previsto en los seres humanos, solo o en combinación, se refiera a uno o más de los siguientes fines:

- *Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento, alivio o cura de una enfermedad;*
- *Diagnóstico, monitoreo, tratamiento alivio, cura o compensación de un daño o lesión;*
- *Investigación, reemplazo, modificación o soporte anatómico o de un proceso fisiológico;*
- *Soporte o mantenimiento de la vida;*
- *Control de la concepción;*
- *Desinfección de dispositivos médicos;*

[13] Art. 111 E.- Código Sanitario.

[14] Instituto de Salud Pública (2018). "Guía para la clasificación de dispositivos médicos según riesgo" https://www.ispch.cl/sites/default/files/Guia_de_Clasificacion_de_Dispositivos_Medicos_Segun_riesgo_Formato_Institucional.pdf

- Suministro de información para propósitos médicos o diagnósticos a través de un examen in vitro de especímenes derivados del cuerpo humano."

Como podemos ver, los elementos incluidos dentro de la concepción de neuro tecnología, que son los que nos interesan, caben dentro del concepto de dispositivos médicos, tanto en los términos del Código Sanitario como en la guía en análisis.

Luego, clasifica y conceptualiza los distintos tipos de dispositivos, en las siguientes categorías, en lo que nos interesa:

- Dispositivos médicos activos: que son aquellos cuyo funcionamiento depende de la energía eléctrica -o de cualquier otra fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad- y que actúa mediante la conversión de dicha energía;
- Dispositivos médicos combinados: que incorporan como parte integrante una sustancia que puede ejercer sobre el cuerpo humano una acción auxiliar o accesoria a la del dispositivo médico, , la cual según la definición legal que le competa en sus respectivas normativas cuando se utilice independientemente, puede ser un producto farmacéutico, biológico o cosmético.
- Dispositivos médicos implantables: que son aquellos indicados para ser totalmente introducidos "dentro del cuerpo humano o para sustituir una superficie epitelial o la superficie ocular, mediante intervención quirúrgica, destinado a permanecer allí después de la intervención. También se considera dentro de esta categoría a cualquier dispositivo médico indicado para ser parcialmente introducido dentro del cuerpo humano, mediante intervención quirúrgica, destinado a permanecer al menos treinta días después de la intervención".
- Dispositivo médico invasivo: Dispositivo médico que penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo a través de un orificio corporal o de la superficie corporal.
- Dispositivo médico invasivo de tipo quirúrgico: Dispositivo médico que penetra en el interior del cuerpo por medio de una intervención quirúrgica o en el contexto de una intervención quirúrgica.
- Dispositivo médico para diagnóstico in vitro: Dispositivo consistente en un reactivo, producto reactivo, calibrador, material de control, kit, instrumento, aparato, pieza de equipo, programa informático o sistema u otro artículo, utilizado solo o en combinación, destinado por el fabricante a ser utilizado in vitro para el estudio de muestras procedentes del cuerpo humano, incluidas las donaciones de sangre y tejidos, única o principalmente con el fin de proporcionar información sobre uno o varios de los elementos siguientes: - relativa a un proceso o estado fisiológico o patológico; - relativa a deficiencias físicas o mentales congénitas; - relativa a la predisposición a una dolencia o enfermedad; - para determinar la seguridad y compatibilidad con posibles receptores; - para predecir la respuesta o reacción

al tratamiento; - para establecer o supervisar las medidas terapéuticas.

- Dispositivo médico quirúrgico reutilizable: Dispositivo médico destinado a fines quirúrgicos para cortar, perforar, aserrar, escarificar, raspar, pinzar, retraer, recortar, inmovilizar u otros procedimientos similares, sin estar conectado a ningún dispositivo médico activo, y que puede ser utilizado nuevamente una vez efectuados todos los procedimientos pertinentes.
- Dispositivo médico activo terapéutico: Dispositivo médico utilizado, solo o en combinación con otros dispositivos médicos, para sostener, modificar, sustituir o restaurar funciones o estructuras biológicas en el contexto del tratamiento o alivio de una enfermedad, lesión o discapacidad.
- Nanomaterial: Material natural, fabricado u obtenido accidentalmente que contiene partículas separadas o formando un agregado o aglomerado, y que, en la distribución de tamaños granulométricos, el 50 % o más de las partículas presenta una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 y 100 nm. Los fullerenos, los copos de grafeno y los nanotubos de carbono de pared simple con una o más dimensiones externas inferiores a 1 nm también se considerarán nanomateriales.
- Software como dispositivo médico: creación intelectual que comprende los programas, procedimientos, reglas y cualquier documentación asociada con la operación de un sistema de procesamiento de datos con propósitos médicos, de forma tal que ejecute funciones clínicas o ejerza un efecto o acción directa sobre el diagnóstico, la terapia o el proceso preventivo. Se extiende tanto al que forma parte de un equipo médico computarizado, como al suministrado de forma independiente como producto en sí mismo.

Luego, en las reglas aplicables a cada uno de los dispositivos, la regla 9.3 señala, declara que pertenecen a la clase III, todos los dispositivos médicos activos destinados a emitir radiaciones ionizantes con fines terapéuticos, incluidos los que se utilizan para controlar o supervisar dichos dispositivos médicos o que influyan directamente en el funcionamiento de los mismos, ejemplificando con los equipos de rayos X fijos, móviles o portátiles, equipos de braquiterapia manuales y automáticos de baja, media y alta tasa de dosis; y en la regla 9.4, señala que pertenecen a la clase iv.- Todos los dispositivos médicos activos destinados a controlar, supervisar o influir directamente en el funcionamiento de dispositivos médicos implantables activos, tales como "el firmware de las partes no implantables de un dispositivo médico implantable activo (tal como en un implante coclear); software utilizado en la programación de un marcapasos cardíaco".

Adicionalmente, nos interesa la regla 10.1, que incluye los dispositivos médicos activos con fines de observación y diagnóstico. Que corresponden a equipos para diagnóstico u obtención de imágenes ultrasónicas, captura de señales fisiológicas, radiología

intervencionista y radiología de diagnóstico, de los cuales, en la clase IV se ubican aquellos que presentan un potencial medio o elevado de exposición interna, tales como los "nanobiosensores para detección de glucosa; chips con nanosensores para el torrente sanguíneo para detección de síntomas previos a un ataque al corazón; micro-robots dirigidos electromagnéticamente para cirugías de precisión (tal como los utilizados en cirugías oculares)."

Luego, también cobrará relevancia la regla 22, que asigna a la clase IV, los dispositivos médicos terapéuticos activos con una función diagnóstica integrada o incorporada, que determine de manera importante el manejo del paciente por el dispositivo médico, tales como los "sistemas con retroalimentación (*closed loop systems*); desfibriladores externos automáticos; bomba de insulina con retroalimentación".

De estas reglas entendemos que mientras más alta sea la clase a la que se asigna el dispositivo, se le asigna un factor de riesgo más alto en relación con la salud de la persona en la cual se utilizan.

Conclusión.

Contrariamente a lo que algunos sostienen, el nuevo texto constitucional no sólo es necesario, dado el avance tecnológico alcanzado en el ámbito de las neurociencias, sino que además es coherente con los instrumentos de derechos humanos suscritos y ratificados por nuestro país.

Entendemos que, además, la preocupación sobre la necesidad de regular en estas materias es compartida en otros entornos. Es así como en el contexto europeo se ha presentado una propuesta de resolución del Parlamento Europeo, denominada "inteligencia artificial: cuestiones de interpretación y de aplicación del derecho internacional en la medida en la que la UE se ve afectada en los usos civil y militar, como de la autoridad del Estado fuera del ámbito de la Justicia penal.

Dentro de los lineamientos base, el documento reconoce que el uso de la IA, la robótica y las tecnologías relacionadas, debe garantizar el respeto de la dignidad humana y los derechos humanos, consagrados en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea (consid. D), con lo cual se reconoce el principio de dignidad humana como línea guía y delimitadora del avance de estos desarrollos.

En segundo lugar, se considera la necesidad de que la IA, "la robótica y las tecnologías relacionadas –pues pueden tener un uso transfronterizo– estén centradas en el ser humano, es decir, que se conciban básicamente para ser utilizadas al servicio de la humanidad y el bien común, a fin de contribuir al bienestar y el interés general de sus ciudadanos" (consid. E), con lo que se recogen los principios de beneficencia o no maleficencia, y primacía de lo humano a que nos referimos antes.

Asimismo, la norma aprobada en nuestro país es consistente con el imperativo que se reconoce en la propuesta de resolución, que prevé que la normativa debe establecer un "marco jurídico adecuado y completo que atienda a los aspectos éticos de estas

tecnologías, así como a la responsabilidad, la transparencia y la rendición de cuentas (en particular para la IA, la robótica y las tecnologías relacionadas consideradas de alto riesgo); que tal marco debe reflejar que los valores humanistas intrínsecamente europeos y universales son aplicables a toda la cadena de valor en el desarrollo, la implementación y los usos de la IA; que tal marco ético debe aplicarse al desarrollo (incluida la investigación e innovación), el despliegue y la utilización de la IA, respetando plenamente el Derecho de la Unión Europea y los valores establecidos en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea".

Estimamos, en todo caso, que el camino normativo recién comienza, pues hay un largo camino que recorrer, si bien el ámbito sanitario cuenta con más andamiaje normativo, las neurotecnologías tienen aplicaciones en distintos ámbitos, tales como los bienes de consumo, el marketing en sus distintas aplicaciones, la educación, la justicia, especialmente en el ámbito de la investigación forense, en todos los cuales habrá de realizarse los análisis que permitan analizar la suficiencia de nuestros cuerpos normativos, y en el caso que sea necesario, realizar las adecuaciones que permitan salvaguardar los derechos de las personas, sin perjuicio de permitir el avance científico y tecnológico.

Este esfuerzo debe ser de alcance global, puesto que el desarrollo tecnológico deja en evidencia que la compatibilidad internacional de los marcos normativos resulta esencial para salvaguardar adecuadamente los derechos de las personas.

Es aquí donde un trabajo coordinado entre ciencia y diplomacia puede contribuir a generar procesos regulatorios y normativos que cuenten con los necesarios consensos, fundamentalmente multilaterales, para favorecer una implementación más armónica en los órdenes jurídicos internos. De allí, el valor que desde la Academia Diplomática de Chile (ACADE) se esté reflexionando en torno a estos temas emergentes de la política exterior y de las relaciones internacionales contemporáneas.

Bibliografía

- Chnadler, Jennifer et. Al. "enfoques legales internacionales de la neuocirugía para trastornos psiquiátricos", disponible en línea en https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.588458/full
- Cortina, Adela (2010). Neuroética: ¿Las bases cerebrales de una ética universal con relevancia política? ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política N° 42, enero-junio, 2010, 129-148. ISSN: 1130-2097. En línea en https://doi.org/10.3989/isegoria.2010.i42.687.
- Declaración de derechos humanos, 1947
- Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, AMM, las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos (v.2016) del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/12/CIOMS-EthicalGuideline_SP_INTERIOR-FINAL.pdf

- Declaración Universal sobre el Genoma Humano y Derechos Humanos, de la UNESCO, de 1998.
- Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (2005)
- Instituto de Salud Pública (2018). "Guía para la clasificación de dispositivos médicos según riesgo" https://www.ispch.cl/sites/default/files/Guia_de_Clasificacion_de_Dispositivos_Medicos_Segun_riesgo_Formato_Institucional.pdf
- Müller, O., & Rotter, S. "Neurotechnology: Current Developments and Ethical Issues". Frontiers in systems neuroscience, 11, 93. 2017. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5733340/ (Abril, 2019).
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC)
- Yuste, Rafael "Four ethical priorities for neurotechnologies and AI" (2017). Disponible en línea en https://www.nature.com/articles/551159a
- Wajnerman P. Abel. "Neuroderechos: Un Código Ético", en línea en https://www.uahurtado.cl/wp-images/uploads/2021/06/neuroderechos-codigo-etico.pdf

Legislación

- Código Sanitario.
- Ley 19.628, sobre protección de la vida privada.
- Ley. 20.120, sobre la investigación científica en el ser humano, su genoma, y prohíbe la clonación humana.
- Ley 20.584, que regula los derechos y deberes que tienen las personas en relación con acciones vinculadas a su atención en salud.

UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence as a reflection of global cooperation in diplomacy, science, technology, and policy.

Gabriela Ramos[15][16]

Introduction

Artificial intelligence (AI) is one of the central issues of the era of converging technologies, with profound implications for humanity, cultures, societies and the environment. The impact of AI will depend on how humanity frames it and masters it, and the extent to which it prioritizes its contributions to a fairer world.

The COVID-19 pandemic has exemplified how AI technologies can help, but it has also shown the risks, the unintended consequences and the malicious uses of AI. Current AI technologies are systems with the capacity to process large amounts of data and information in a way that resembles intelligent behaviour. Their decisions cannot be fully predicted or understood due to the opacity of algorithms and how they process the data. Moreover, these technologies are developed by humans, and people are making choices in every step of AI's development. Therefore, AI technologies are not value-neutral,[17] and the research, development and deployment of AI needs to be accompanied by ethical reflection.

As AI is a distributed technology, whose current practical governance is spread across numerous institutions, organizations and companies, its use provokes questions about what type of future we want for all. This reflection needs to address the main challenges in the development and use of AI technologies related to the biases embedded in data and algorithms, the protection of people's privacy and personal data, the lack of diversity and inclusion in the digital business model, the issues of fair distribution of benefits and risks, accountability, responsibility, impacts on employment and the future of work, human rights, security and risks of dual use.

These issues are recognized on multiple levels, as various frameworks are being adopted throughout the world. This includes Chile's first National Policy on Artificial Intelligence and the Action Plan adopted in October 2021.[18] The Chilean National Policy positions ethics in AI as one of three substantial pillars for policy action and enshrines the principle of multinational

[15] Assistant Director-General for Social and Human Sciences at UNESCO. The author would like to thank Maksim Karliuk, Programme Specialist of the Bioethics and Ethics of Science and Technology Section of UNESCO, for helping me prepare this paper.

[16] The author would like to thank Maksim Karliuk, Programme Specialist of the Bioethics and Ethics of Science and Technology Section of UNESCO, for the assistance in preparing this paper.

[17] Contemporary academic philosophers and theorists of technology from different schools widely agree with the claim that technology in general is not morally and politically neutral. See Miller, B. (2021). Is Technology Value-Neutral? *Science, Technology, & Human Values*, 46(1), 53–80.

[18] See *Chile presents the first National Policy on Artificial Intelligence*. (2021, October 28). Government of Chile. https://www.gob.cl/en/news/chile-presents-first-national-policy-artificial-intelligence/

collaboration to guide its evolution. Furthermore, this instrument prioritizes the country's policies for a ten-year horizon, addressing long-standing challenges in human capital and data protection regulation, and declares an ambition to lead the region in digital infrastructure, innovation and scientific development.

However, there are limits to what national policies can achieve without an international framework. Until recently there was no global ethical framework for AI technologies. On 23 November 2021, the General Conference of UNESCO – the main governing body of the Organization – at its 41st session adopted the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence (hereinafter 'the Recommendation').[19] It has become the first-ever global normative instrument in this field, adopted by 193 Member States. The fact that it was approved by acclamation, with its solid provisions, shows how much countries felt the need for it. The Recommendation was developed in a pluralistic, multidisciplinary, multicultural and multi-stakeholder manner, and constitutes an ambitious, yet policy-friendly, blueprint to guide the development of AI technologies, providing an overarching ethical framework to protect people and to ensure the rule of law in the digital domain. It includes existing human rights and extends ethical reflection to incorporate new threats posed by these technologies that are not addressed in the current legal architecture.

We hope this international normative instrument will help the world reach an ethical consensus on the most pressing challenges raised by AI, which represents not just a technological turning point but also an anthropological disruption. This is a necessary step towards more proactive thinking about the interrelations of science, technology and policy. Importantly, the Recommendation goes beyond a declaration of ethical values and principles to include concrete policy actions for their operationalisation, considering all stages of the AI system life cycle. The Recommendation provides for global consensus on the 'what,' as well as the 'how' of ethical regulation of this game-changing technology, and serves as a shared reference point for leaders around the world on how to control the risks, and harness these new technologies as a force for good. It is also proof of the ability of countries to come together and ensure productive dialogue and outcomes.

This text raises key issues in the relation between science and society. UNESCO celebrates the initiative of the Diplomatic Academy of Chile to convene these reflections, allowing us to realize the value of scientific diplomacy and its imperative relation with ethics, in the context of this multilateral organization. Certainly, this is a subject which demands standard-setting instruments, convinced that good governance of AI technologies must consider the ethical dimension.

What can go wrong with AI that is developed without ethical guardrails? Unfortunately, AI has the potential to reproduce biases and discriminatory practices present in the

[19] The text of the Recommendation is available here: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455

analogue world. It is up to us, therefore, to ensure that AI contributes to addressing the challenges, lest it exacerbates them. In the case of women, it seems that it is doing exactly this. The reasons are multiple, including the fact that only 22% of AI professionals globally are women, and AI technologies developed by male-dominated or male-only teams can contribute to perpetuating harmful gender stereotypes.[20] For instance, some AI-powered recruitment software has been found to discriminate against women due to the use of male-dominated datasets. Almost all voice assistants are given female names and voices, and express a 'personality' that is engineered to be uniformly subservient, as highlighted in UNESCO's ground-breaking report, "I'd Blush if I Could".[21]

Many institutions are relying more and more on AI systems to take decisions. When deciding how to allocate loans, the financial sector is no exception. Without ethical guardrails, the results are frequently inequitable, particularly for women – who are often determined by algorithms as less creditworthy than men.[22] Moreover, there are instances, where a woman with a higher credit score than her husband would be given a lower credit limit by an algorithm.[23] These biases are rooted in stark gender imbalances in digital skills education and are exacerbated by the gender imbalances of the technical teams developing AI technologies – these teams being within companies with significant gender disparities in their corporate boards.

Further, in the real world, if you are affected by a decision, there are clear ways to seek justice. In the digital world, this is more difficult because you may not know that you are affected; you do not know how your data is being used, and additionally, you cannot retrieve it. There is too much opacity and too many conflicting objectives (for example, protecting intellectual property rights versus transparency; privacy versus creating larger datasets to eliminate bias).

One of the major areas of impact of AI technologies is labour and skills, as new technologies create winners and losers in the labour market due to changing relative demands for occupations. By 2025, 85 million jobs may have been displaced by a shift in the division of labour between humans and machines, while 97 million new roles may emerge that are more adapted to the new division of labour between humans, machines and algorithms.[24] Companies estimate that around 40% of workers will require reskilling of six months or less and 94% of business leaders report that they expect employees to pick up new skills on the job - a sharp uptake from 65% in 2018. For those workers set to remain in their roles, the

[20] See https://www.weforum.org/agenda/2018/12/artificial-intelligence-ai-gender-gap-workplace/

[21] West, M., Kraut, R., & Chew, H. E. (2019). *I'd Blush If I Could: Closing gender divides in digital skills through education*. UNESCO. https://en.unesco.org/Id-blush-if-I-could

[22] USAID. (2021, March 24). *How Can We Address Gender Inequity in Artificial Intelligence?* Medium. https://medium.com/usaid-2030/how-can-we-address-gender-inequity-in-artificial-intelligence-41367b0e1f87

[23] Telford, T. (2019, November 11). Apple Card algorithm sparks gender bias allegations against Goldman Sachs. The Washington Post. https://www.washingtonpost.com/business/2019/11/11/apple-card-algorithm-sparks-gender-bias-allegations-against-goldman-sachs/

[24] World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020

share of core skills that will change in the next five years is 40%, and 50% of all employees will need reskilling (up 4%).

In view of these and other identified challenges, the Recommendation contains strong provisions to promote gender parity, eradicate gender stereotyping, protect agency and ensure privacy. It also calls for the reform of the data governance model and for support for Member States in their work to safeguard individuals' safety and privacy throughout the AI lifecycle. The Recommendation makes a case for stronger consent rules and telling people how their data is being used. Similarly, strong provisions are provided in various other fields.

1 Towards UNESCO standard-setting on the ethics of AI

1.1 The work of UNESCO leading to the mandate on ethics of AI

UNESCO has a longstanding role at the United Nations (hereinafter 'UN') level and globally in promoting ethical science, which harnesses technological and scientific advancements for the benefit of all, protects the planet and constitutes a solid basis for peaceful cooperation. The Social and Human Sciences sector at UNESCO, which I am proud to lead, has been the source of many standards that have changed the course of several technological disruptions. It is supported by the work of its consultative organs – the International Bioethics Committee (IBC, created in 1993)[25] and the World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST, 1998)[26], in coordination with the Intergovernmental Bioethics Committee (IGBC, 1998)[27]. UNESCO is the only international organization that has ethics as a core mandate, as part of the promotion of scientific cooperation.

The decision to proceed with the mandate on the ethics of AI followed an explicit request of the Director-General of UNESCO, Audrey Azoulay, as soon as she took office. This mandate built on the expertise and support of COMEST, a multidisciplinary scientific advisory body of UNESCO, made up of independent experts. The work of COMEST built on and complemented the work on AI being done elsewhere in the United Nations system,[28] other international organizations, nongovernmental organizations, academia and others.

Starting from its very first Ordinary Session (Oslo, Norway, 1999), COMEST devoted significant efforts to the ethics of new technologies. This work has led to the adoption of a number of major COMEST documents directly linked to AI: "Report of COMEST on Robotics Ethics" (2017)[29] and "Preliminary Study on the Ethics of Artificial Intelligence" (2019).[30] In the latter, COMEST identified that the highest ethical issues from

[25] See https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/ibc

[26] See https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/comest

[27] See https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/igbc

[28] For an overview of the work of UN institutions in the field of AI see *United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI)*. (2021). [ITU Publication]. International Telecommunication Union. https://www.itu.int/en/publications/gs/Pages/publications.aspx?parent=S-GEN-UNACT-2021&media=electronic

[29] World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. (2017). *Report of COMEST on Robotics Ethics*. (UNESCO). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952

[30] World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. (2019). *Preliminary Study on the Ethics of Artificial*

UNESCO's fields of competence concern "its implications for culture and cultural diversity, education, scientific knowledge, and communication and information." However, it put the emphasis on an aspect that is core to the social and human agenda: the need to achieve fair, inclusive and sustainable outcomes, and to ensure that AI technologies support the advancement of peaceful societies, in line with UNESCO's global mandate. Indeed, UNESCO's constitutional aim is to advance international peace and the common welfare of humanity through strengthening its "intellectual and moral solidarity".[31] The 2019 study also recognized the need to support developing countries, particularly Africa, given the global priority of the Organization.

The combination of these factors led the General Conference of UNESCO to mandate the Director-General "to prepare an international standard-setting instrument on the ethics of artificial intelligence (AI) in the form of a recommendation".[32] The process to deliver the Recommendation engaged the full membership of UNESCO in the drafting and negotiating of the text, as well as the active engagement and support of the Secretariat, led by the Assistant Director-General for Social and Human Sciences.

1.2 UNESCO's added value

UNESCO's universality in membership and multidisciplinary expertise were strong bases for the development of this global standard. The mandate was also a recognition that for a long-time technological progress has been centre-stage, with negative consequences for people. The call is therefore to align the technologies with human goals, and not the other way around. Therefore, UNESCO's humanistic approach matters.

By the time UNESCO started developing the Recommendation, there were many national and international standards underscoring the need to develop AI for good. UNESCO's Recommendation benefited from them, but went beyond, with practical recommendations for implementation and for policy and regulatory work. The Organization's perspective, by calling diverse and inclusive set of actors, matters, as the building of the Recommendation brought together both developed and developing countries, different cultural perspectives, as well as various stakeholders within the public and private spheres. UNESCO also builds on its long track record of developing ethical frameworks on science, including bioethics, such as the work on the human genome that resulted in the widely acclaimed Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights.[33]

UNESCO's voice is strong in ensuring that the good governance of AI technologies is based on ethical considerations and on a strong respect of human rights and human dignity.

Intelligence. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823

[31] Recital 5 of the Constitution of UNESCO. See Basic texts, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380873?25=null&queryId=b6193443-5e7b-49a9-acb8-c16f91780009

[32] 40 C/Resolution 37, https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000372579&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_f95aa79b-711f-472f-9bc6-36b4349a12b0%3F_%3D372579eng.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000372579/PDF/372579eng.pdf#%5B%7B%22num%22%3A110%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C54%2C182%2C0%5D

[33] See https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/human-genome-and-human-rights

For example, the current COVID-19 pandemic has seen the explosion of AI-powered applications for monitoring and contact tracing. However, this has implications for privacy and data protection. In some cases, there are no precautions against the potential use of the personal and sensitive data collected for purposes beyond pandemic control — for instance, for mass surveillance of the population. As explored further, the Recommendation comes with strong principles and concrete policy actions to operationalize them, particularly stipulating that AI technologies should not be used for the purposes of mass surveillance, social scoring or abuses of cognitive biases. It also makes a broader call to enhance the capacities of governments to deal with these technologies, and to develop effective legislative and regulatory frameworks to deal with the downsides.

Furthermore, while it seeks to counter the risk of a growing digital and knowledge divides that could leave behind those who are relatively disadvantaged, or excluded - such as people in least developed countries, women and girls, youth, people with disabilities and the marginalized - UNESCO aims to foster policies that maximize the opportunities offered by AI for enhancing democracy, development and human rights. It helps strengthen the capacity of Member States to harness AI for the benefit of humanity and for achieving the Sustainable Development Goals (hereinafter 'SDGs') in line with ethical principles. This is all the more important considering that half of the world's population is still not connected to internet, and the majority of these technological developments are made in a few advanced economies.

Finally, the ethical framework allows for innovation and experimentation, as it does not aim to codify every aspect of the development of the technologies, but to encourage the ethical reflection and awareness to happen at every step of the way.

2 Developing the Recommendation on the Ethics of AI

2.1 Ad Hoc Expert Group and multi-stakeholder consultations

In line with UNESCO's expertise, the development of the Recommendation was facilitated by a multicultural and multi-disciplinary Ad Hoc Expert Group (hereinafter 'AHEG') appointed by the UNESCO Director-General in March 2020. The AHEG was composed of 24 independent experts from all UNESCO regions[34]; it produced the first draft, with the support of the Social and Human Sciences sector of UNESCO's Secretariat.

This text was based on UNESCO's previous research[35] and proposals. The AHEG's discussions concentrated primarily around the risks and challenges inherent to the rapid development of AI technologies, with specific

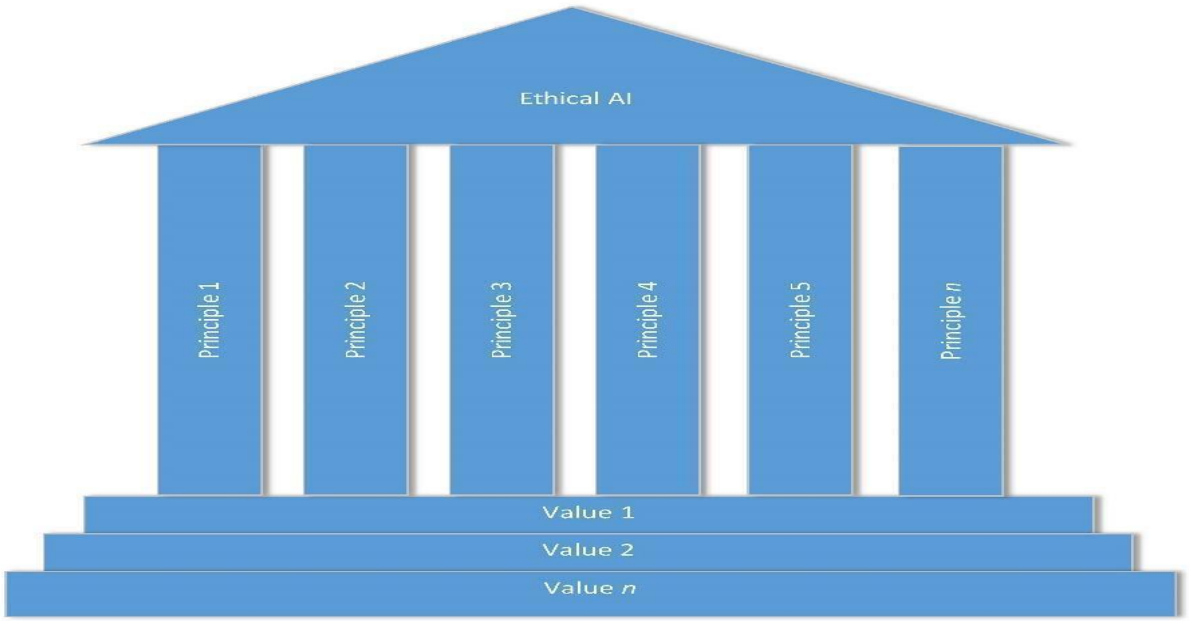
[34] See the Ad Hoc Expert Group's composition here, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372991

[35] In addition to the COMEST's reports indicated above, see the working document "Toward a Draft Text of a Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence". https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373199?posInSet=1&queryId=3428aff7-f290-425b-a8cd-57715396ccca

attention to how AI technologies are already impacting our world. Thus, the AHEG identified and conceptualized the issues that need to be corrected and the outcomes to achieve with the proposed ethical framework. Their deliberation was one of the most fascinating discussions I have witnessed, as it encompassed different perspectives, cultural, and geographical diversity. It included experts on AI, but it also gathered together philosophers, psychologists and historians. It was led by an effective and inclusive Chair from South Africa, Emma Ruttkamp-Bloem, Head of the Department of Philosophy at the University of Pretoria, and AI Ethics lead at the South African Center for AI Research (CAIR). The team also included, and benefited from the engagement of the Chair of COMEST, Peter-Paul Verbeek, Professor at the University of Twente. On the Secretariat side, which I was proud to lead, the team of the Bioethics and Ethics of Science and Technology section, led by Dafna Feinholz, was composed of a group of highly talented staff, that already had a strong track record of supporting the elaboration of ethical standards in UNESCO.

The AHEG stressed two crucial dimensions: 1) The AI technologies' role in solving complex challenges and bringing immense economic value; and 2) the concerns that AI creates regarding gender equality, diversity and inclusion, biases, privacy and data protection, increase of disinformation, digital exposure by populations at risk, to name a few. This showed the need for a general universal ethical guidance in terms of core values that must underpin the development of AI systems.

Having agreed that AI technologies are not value-neutral, the AHEG took the approach of identifying foundational values and closely interlinked principles, which inform further outlined policy actions. Foundational values have a role of necessary preconditions or prerequisites for principles and policy actions to work. Taken together they form a coherent framework to ensure ethical AI. The basics of the overall approach can be visualized as follows:



The values identified include the full respect and promotion of human dignity, human rights and fundamental freedoms, leaving no one behind, living in harmony, trustworthiness. The draft Recommendation included principles such as human oversight, privacy, fairness, transparency and explainability, safety and security, responsibility and accountability, and others. Apart from that, the AHEG proposed new principles, which have not been previously seen elsewhere, such as proportionality, which helps ensuring that AI methods correspond to the aims, do not bear excessive risks and are appropriate to the context. The difference between this work and many other AI standards, is that the group of experts developed very clear definitions of each of the principles, clarifying their meaning and proposing policy actions that would ensure their implementation in practice. The AHEG then introduced concrete policy actions for implementation, and attempted to address the identified problems also by introducing innovative approaches, e.g., in the areas of governance, impact assessment and capacity-building. I enjoyed participating in the discussions of the group, and also supporting the actionable nature of the Recommendation, particularly by calling on the need for strong regulatory frameworks at the national level, in line with UNESCO's Recommendation.

The document prepared by the experts, was then submitted to a comprehensive and inclusive global and regional multi-stakeholder consultations, conducted from June to August 2020, led by the Social and Human Sciences sector. In light of the challenges posed by the pandemic, worldwide partners[36] came together with UNESCO to support this consultation process based on three components: (i) public online consultation; (ii) regional and sub-regional virtual consultations co-organized with host

[36] See https://en.unesco.org/artificial-intelligence/ethics/partners

countries/institutions and UNESCO's Field Offices in all of UNESCO's regions; and (iii) open, multi-stakeholder, and citizen deliberation workshops organized by partners. The public online consultation received completed responses from more than 600 participants, generating more than 50,000 comments. Furthermore, eleven regional and sub-regional virtual consultations, including two with youth, were held in all of UNESCO's regions, involving more than 500 participants. The majority of the consultations were led by the Assistant Director-General for Social and Human Sciences.

Finally, the open, multi-stakeholder, and citizen deliberation workshops drew approximately 500 participants. There was also a targeted effort to consult with the private sector, and particularly the major digital platforms, which also provided extensive suggestions. A dedicated session was organized with the International Chamber of Commerce, with the participation of a large group of companies. Consultation on the first version of the draft Recommendation was also held with the UN system through the intersessional meeting of the High-Level Committee on Programmes (hereinafter 'HLCP') in July 2020.[37]

The consultations beefed up the content of the Recommendation and asked for it to be bolder, particularly in terms of addressing gender issues, and broader inclusion, justice and integrity. Greater emphasis was needed to reflect the differential access to AI and its impact across subgroups and individuals - especially women, girls, older persons, youth and children - which should run through the entire document. It was suggested for the Recommendation to address more the issues of diversity of country groups, as well as differences within countries in terms of level and diffusion of AI technologies. It was recognized that the draft Recommendation highlighted the trade-offs, which are not always taken into account in other documents: it was suggested to elaborate on those furthermore.

Suggestions were also made to further elaborate on strategies to be followed in helping the low- and middle-income countries - including countries in Africa, Latin America and the Caribbean, and Central Asia, as well as Small Island Developing States - to access AI systems in various fields. There was a need identified for principles, actions and other recommendations aimed specifically at bridging gaps, capacities, resources, and power imbalances between countries and regions with regard to the proliferation of AI technologies and capacity to regulate between AI-producing and AI-consuming countries. There was a strong call not to have a "people-centred" standard, but a broader perspective including the impact of AI systems on the environment. The consultations were fascinating, and I want to thank, particularly, all the gender-equality champions that attended our call.

Consultations also underscored that the additional value added of the UNESCO

[37] The HLCP is the principal mechanism for UN system-wide coordination and policy coherence in the programme area. It is responsible for fostering coherence, cooperation and coordination on the programmatic dimensions of strategic issues facing the United Nations system. See https://unsceb.org/high-level-committee-programmes-hlcp

instrument is linked to the more action-oriented sections, advising on "how" to foster ethical AI developments, besides the "what" related to the definitions of what is ethical. It was also suggested that the draft Recommendation be more ambitious.

The AHEG revised the text accordingly and the first draft of the Recommendation was sent to Member States in September 2020. Forty-eight Member States and two observers submitted their comments and observations, which were integrated by the Social and Human Sciences sector working with other sectors of UNESCO.

2.2 Member States' Cooperation

The next stage of the elaboration was to constitute a negotiating body to review and approve the Recommendation, in the form of a Special Committee of representatives of Member States that met from April to June 2021. The Chair of the Committee, Ambassador Adam Al Mulla from Kuwait, was key in ensuring that the text was approved on time. Working hand-in-hand with the Secretariat's team, he ensured that the level of ambition of the text was not watered down, and brought 193 Member States to achieve consensus. He was supported by the Vice-Chairs from Spain, Slovenia, Mexico and Bangladesh, and the Rapporteur Immolatrix Linda Geingos from Namibia.[38] The negotiations benefited from the commitment of many Member States, and champions from different regions. It also helped having some members of the AHEG as representatives of their countries (Egypt, France, Latvia, Poland) and with the presence, as advisor, of the Chair of the AHEG.

The Chair of the negotiations also suggested to have some criteria that were helpful in guiding the discussions of amendments, namely, those of high importance for the countries, focusing on the substance of the Recommendation, preserving the effectiveness of this non-binding instrument, and avoiding issues that were already debated or issues that might be addressed elsewhere in the text, as well as issues regarding specific language, style, or other details that are not related to the substance of the instrument. He called on us to intervene as many times as were deemed appropriate so as to advance the debate. Having had many years of experience in international negotiations, for me this was one of the most interesting ones because of its length and scope, and the clear commitment of Members States to achieve a strong final outcome.

It is worth mentioning that the whole negotiation of the 150+ paragraphs was done in the context of the COVID-19 pandemic confinement. This was perceived as an insurmountable challenge at the beginning but proved to be a blessing in disguise, as Members States used the technology (the chat in the digital platform), to agree or disagree on the presented proposals, and this helped significantly to advance in the negotiations. The decisions that we took with the Chair not to stop the negotiations until the document was done were also key, as we were ready to extend

[38] See https://en.unesco.org/artificial-intelligence/ethics#intgvtprocess

the end point beyond June and organized intersessional discussions. Going beyond the allocated time was not necessary, as the Chair suggested not having days without negotiations.

However, the debates were not straightforward. The number of comments by Member States came to about 500, and positions were highly diverging – from those who wanted to keep the status quo, and the light regulatory stance towards AI technologies, to those who wanted to change the business model for more sustainable outcomes. There were also strong disagreements between a large group of countries that wanted a strong follow-up and monitoring chapters, and those that would have preferred to have a good narrative but not concrete follow up. In the course of the discussions, some countries from the north, who considered that the Recommendation would add little to the international list of instruments, ended up recognizing its value added.

A major debate focused on to what extent ethics should replace or reinforce human rights. Some Member States feared that the ethical framing may be used as an excuse to ignore the internationally agreed framework for human rights, and therefore their original position was to strengthen the language in this domain. However, the draft Recommendation was already strong on this aspect, and the group of supporters focused on retaining the original draft, and they succeeded. It helped that the Recommendation considers AI ethics as a dynamic basis of reflection that can guide societies in dealing responsibly with the known and unknown impact of AI, aiming to ensure the protection of human dignity, human rights, well-being and the prevention of harm.

Technologies in general, and AI technologies in particular, evolve very quickly and it is not always easy to anticipate their impact. That is why having a fixed set of principles or ethical codes is not enough. An inclusive ethical reflection to ensure that these technologies continue to be used without infringing on human dignity, human rights and fundamental freedoms is constantly needed. The description of ethics as a dynamic process does not refer to a change in values. On the contrary, it aims at ensuring that values are always respected and existing frameworks, including legal frameworks, are adapted if needed, to ensure the protection of human dignity, human rights and fundamental freedoms, while technologies advance. Ethics is about values, and it is the source of every decision and legal framework; ethics, explicitly or implicitly, is what informs policy and law. Human rights are a way of codifying these principles through law. However, as we know, not all ethical questions can be addressed only by law, or could be codified or regulated, and decisions might need to be made in specific cases to ensure full adherence to the human rights framework, but where no regulation is provided. In such instances, ethics remains the only available tool.

The obligatory character of human rights law is underlined throughout the Recommendation. This includes ensuring that human rights are not subject to trade-offs. Generally, it follows the international

human rights framework and does not provide new interpretations thereof, including when it concerns possible adverse human rights impacts of AI technologies. Examples of such impacts are multiple ranging from possible breaches of privacy as in cases of AI-powered applications that collect and use data for purposes of monitoring and contact tracing during the COVID-19 pandemic to discrimination on various grounds, including gender, as in cases of AI recruiting tools that discriminate against women due to use of male-dominated datasets or biased programming. In addition, it refers to obligations under international law throughout the text, including a general clause at the end of the Recommendation providing that the instrument is without prejudice to international law and human rights obligations.

Nevertheless, disagreements among members appeared on the human rights content, with one group wanting to increase reference to these rights, while others wanting to reduce them. A spirit of compromise was found, in this, and in many other issues.

The chapter that brought more intense negotiations was the one related to the ethical governance and the data policy. The Recommendation is clear that the data should be owned and managed by data subjects who should always remain in control of their information, including in deleting their digital footprint if needed. It also establishes the need to be informed, and to know, when a decision that concerns an individual is taken with the support of AI systems. There is an obligation to compensate those who may be harmed by certain developments in AI, making sure that the rule of law is enforced online – just as it is offline. The majority of the provisions remained.

Further, several Member States supported more effective regulation as articulated in the policy areas of the Recommendation, while others expressed their concern that regulatory measures were proposed. It must be noted that this instrument outlines aims and shared objectives to be achieved, and proposes ways to achieve them, while the means through which to do so are decided at the national level. At the same time the Recommendation includes strong follow-up mechanisms to ensure implementation, including Ethics Committees, and the Ethical Impact Assessment and Readiness Assessment Methodology tools. These important features of the instrument are further elaborated later in this paper. I, for one, am convinced that it is about time to ensure that the rule of law prevails online as it does offline, and that effective regulations are needed. One of the major contributions is the call for redress mechanisms for those that have been affected.

Although the debates were often heated and special rules of interaction had to be devised, state representatives managed to achieve consensus on truly strong and ground-breaking provisions. For example, members took a strong stance on the unresolved issues of ethical and legal responsibility: it can only

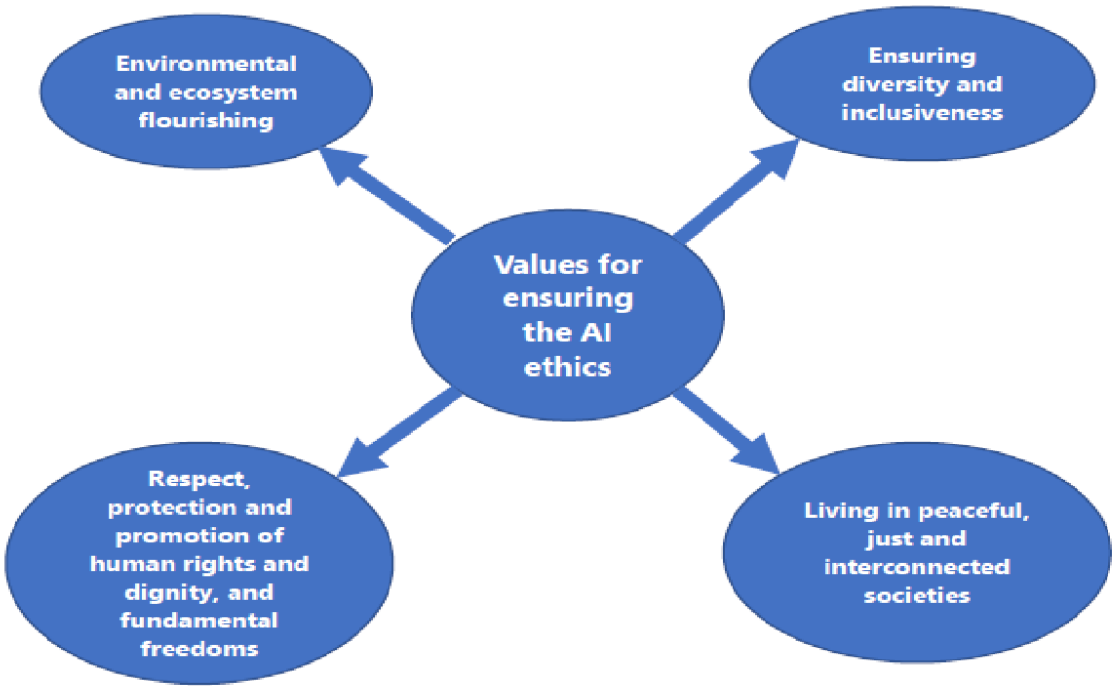
be attributed to natural or legal persons,[39] while AI systems cannot be provided with legal personality[40] Further, the Recommendation states that control should always be in the hands of human, and that AI systems can never replace ultimate human responsibility and accountability.[41] This requires that the development of AI systems should be done in parallel to strengthening human capacity in order to ensure human oversight. Nevertheless, it is recognized that there can be situations where human decision is not possible, but the decision to cede control in limited contexts remains that of human. It was agreed that in scenarios where decisions are understood to have an impact that is irreversible or difficult to reverse or may involve life and death decisions, final human determination should apply,[42] and as a rule, life and death decisions should not be ceded to AI systems.[43] Importantly, the Recommendation also takes a very strong stance that AI systems should not be used for social scoring or mass surveillance purposes.[44]

These are just some examples of the issues addressed (an overview of some other important provisions is provided in the next section) and of the outcomes of inter-state cooperation. It shows the ability to bring humanity to be conscious of what is at stake, to reflect and understand the things we care about and value.

3 Inside the Recommendation

The Recommendation aims to provide a basis to make AI systems work for the good of humanity, individuals, societies, and the environment and ecosystems, and to prevent harm. For these purposes it approaches AI ethics as a systematic normative reflection, based on a holistic and evolving framework of interdependent values, principles and actions, that can guide societies in dealing responsibly with the known and unknown impacts of AI technologies and offers them a basis to accept or reject AI technologies.[45]

[39] Para. 35 of the Recommendation.
[40] Para. 68 of the Recommendation.
[41] Para. 36 of the Recommendation.
[42] Para. 26 of the Recommendation.
[43] Para. 36 of the Recommendation.
[44] Para. 26 of the Recommendation.
[45] Para. 1 of the Recommendation.



The document is future-looking in many respects. It provides an anticipatory framework to help mitigate future risks and offers concrete policy actions designed to resolve and redress existing and emerging harms. It also does not limit its scope by providing one single definition of AI, in recognition that technologies evolve and trying to cover such future developments, making the Recommendation a living document adaptable to changing circumstances.[46]

As explored above, the Recommendation is composed of a set of human rights-based values, principles and policy areas, all synchronously operating together to put people and their individual rights at the centre. Values and principles are inter-related in the following manner: while the set of foundational values inspires desirable behaviour and represents the foundations of principles, the principles unpack the values underlying them more concretely so that the values can be more easily operationalised in policy statements and actions.

Overall, there are *four values*, shown in the following scheme:

It is important to note that environmental concerns have been deliberately elevated to values to underline those goals for sustainable and inclusive development should prevail. The analysis of various documents proposing principles for AI showed that the protection of the environment receives little attention or is

[46] Para. 2 of the Recommendation.

overlooked,[47] despite the enormous effect that AI technologies have on it. Indeed, data extraction alone consumes about 10% of energy globally,[48] and it is estimated that training one large deep-learning model produces about 300,000 kg of carbon dioxide,[49] (i.e., 125 round-trip flights between New York and Beijing).[50] This brings specific added value on the side of UNESCO to the global agenda to ensure that these technologies help us solve our problems rather than create more.

Furthermore, the Recommendation identifies *ten principles* in accordance with which all actions must be undertaken. It must be noted that although many other documents provide for a principle of trustworthiness, in this Recommendation it has been framed as an outcome of the operationalisation of all of the principles, and the proposed policy actions are all directed at promoting trustworthiness in all stages of the AI lifecycle. The principles range from safety and security – addressing unwanted harms and vulnerabilities to attack – to awareness and literacy in recognition of the necessity to ensure public awareness and understanding of AI technologies and the value of data to ensure effective public participation so that all members of society can take informed decisions about their use of AI systems and be protected from undue influence.

Critically, the Recommendation looks at very specific ways to operationalise such principles like transparency, accountability and responsibility. The underlying aim is that, to ensure the beneficial character of new technologies, it is important for the rule of law to be respected (and built when there are gaps) in the digital world as it is in the physical world. It is well-known that regulations are often behind market developments, but in the case of AI, it is even more so, and the focus has been on maximizing profit or geopolitical competition. With its principles, the Recommendation creates a re-equilibrium in favour of people and moves to ensure that no major decisions are left in the hands of developers and platforms.

To do so practically, the Recommendation goes beyond a declaration of ethical values and principles to include concrete policy actions for their operationalisation grouped into *eleven policy areas*, while maintaining focus on all stages of the AI system life cycle. This is crucial because often, bias and discrimination manifested downstream as experienced by the users is the product of structural inequalities and exclusion in the upstream, such as the lack of diversity in the management or technical teams developing these AI technologies.

The Recommendation provides for strong policy actions on the management of data,

[47] See e.g. A. Jobin, M. Ienca and E. Vayena, "The global landscape of AI ethics guidelines", *Nature Machine Intelligence* 1, 389-399 (2019), p. 396.

[48] Corcoran, P., & Anders, A. (2013). Emerging Trends in Electricity Consumption for Consumer ICT (Global Forecasting of ICT Footprints and Handprints Project). https://www.researchgate.net/publication/255923829_Emerging_Trends_in_Electricity_Consumption_for_Consumer_ICT

[49] Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. https://arxiv.org/abs/1906.02243

[50] Dhar, P. (2020). The Carbon Impact of Artificial Intelligence. *Nature Machine Intelligence*, 2, 423–425. https://www.nature.com/articles/s42256-020-0219-9

privacy and access to information. It highlights the importance of data governance, promotes a better understanding of the role of data in developing secure and equitable algorithms. It sets the rules for keeping control over the data in the hands of users, allowing them to access and delete information as needed. It also calls on Member States to ensure that appropriate safeguards for the processing of sensitive data and effective accountability schemes are devised, and to provide redress mechanisms in the event of harm.

The Recommendation further proposes protections against bias and discrimination – it ensures that as we develop these technologies, we have inclusive and representative datasets, and algorithms that are not biased or discriminatory. Thus, it has a strong chapter to advance gender equality in the digital and AI worlds.

Indeed, women, and particularly those from developing countries, are once again being left behind. For example, in terms of connectivity, the global internet penetration rate is 45% for women as compared to 51% for men, and this gap further widens in rural areas.[51] 165 million fewer women than men own a mobile phone and women are 20% less likely than men to own a smartphone. Worldwide, women are on average 20% less likely than men to access mobile internet – that is roughly 300 million fewer women. This digital gender gap is even more prominent in the Global South: at 51%, South Asia has the world's widest digital gender gap, followed by Sub-Saharan Africa at 37%. In education, female students are underrepresented in STEM- and ICT-related fields. Less than a third of female students choose to study STEM courses in higher education and this figure dips to just 3% of ICT courses, as stereotypes go against women's engagement with technologies and sciences. These divergences are then translated into the working environment.

Gender gap still exists today and is predicted to stay for decades to come. The most recent estimates say that it will take 135.6 years to close the gender gap worldwide.[52] The gender gap specifically in economic participation and opportunity will take 267.6 years to close. The Middle East and North Africa region remains the area with the largest gap (60.9%). The largest gender gap is in AI and data – women make up 32%. This is followed by other sectors that require disruptive technical skills: in cloud computing women make up 14% of the workforce, in engineering 20%. This reinforces the gender pay gap since the AI sector offers lucrative jobs, which is not the case of female-dominated sector (services, care work, etc.).
Therefore, the Recommendation highlights the need to tackle gender biases which are currently replicated by AI systems due to biased programming; it also recommends adopting very concrete measures to promote gender parity in this field, and ensure that women are not only users, but also shapers of these technologies. In particular, the Recommendation calls on Member States to promote policies, which include dedicating funds from the public budgets linked to financing gender-related

[51] See https://www.weforum.org/agenda/2020/02/stem-gender-inequality-researchers-bias

[52]

schemes, which unfortunately is often lacking or insufficient; ensuring that national digital policies include a gender action plan; encouraging female entrepreneurship, participation, engagement and leadership in all stages of the AI life cycle; investing in targeted programmes to increase the opportunities of girls' and women's participation in STEM and ICT disciplines; and eradicating gender stereotyping and ensuring that discriminatory biases are not translated into the AI systems.[53]

We also know that AI systems can have a terrible impact on children, on democracies, on misinformation, and can exponentially divide our societies. Therefore, particular attention is paid to the psychological and cognitive impact that these systems can have on children and young people. It is provided that Member States should invest in and promote digital, media and information literacy to strengthen critical thinking and competencies. AI systems must be understood in order to mitigate and counter disinformation, misinformation and hate speech. The Recommendation pays particular attention to the possibility of using AI to manipulate and abuse human cognitive biases.[54]

Given the impact of AI technologies on labour and skills, the Recommendation calls for fair transition for at-risk employees, including upskilling and reskilling, and "safety net" programmes. It calls for relevant regulations, such as tax regimes, to counteract the consequences of unemployment caused by AI-based automation. States should assess and address the impact of AI systems on labour markets and its implications for education requirements, in all countries and with special emphasis on countries where the economy is labour-intensive. Such assessment can include the introduction of a wider range of "core" and interdisciplinary skills at all education levels to provide current workers and new generations a fair chance of finding jobs in a rapidly changing market and to ensure their awareness of the ethical aspects of AI systems. Skills such as "learning how to learn", communication, critical thinking, teamwork, empathy, and the ability to transfer one's knowledge across domains, should be taught alongside specialist, technical skills, as well as low-skilled tasks. Being transparent about what skills are in demand, and updating curricula around these are key.

Throughout the Recommendation specific attention is paid to low- and middle-income countries (LMICs), including Least-Developed Countries (LDCs), Landlocked Developing Countries (LLDCs) and Small Island Developing States (SIDS), as they have their own capacity, but have been underrepresented in the AI ethics debate, which raises concerns about neglecting local knowledge, cultural and ethical pluralism, value systems and the demands of global fairness to deal with the positive and negative impacts of AI technologies. The high concentration of such technologies leads not only to the issue of access to them, but also who is shaping the digital revolution and how, which is currently done by a handful of

[53] Paras. 87-93 of the Recommendation.

[54] Para. 125 of the Recommendation.

firms. The Global South, in particular, is largely absent from such discussions.

Indeed, we know that much of AI technology is currently concentrated in the hands of a few companies in a limited number of countries. For example, companies, in particular those from Japan, the US and China, dominate patenting activity. Companies represent 26 of the top 30 AI patent applicants, while only 4 are universities or public research organisations. Of the top 20 companies filing AI-related patents, 12 are based in Japan, 3 are from the U.S. and 2 are from China. Chinese organisations make up 17 of the top 20 academic players in AI patenting as well as 10 of the top 20 in AI-related scientific publications. Together, the US, China and Japan offices account for 78% of total patent filings. Big tech companies continue to dominate the field of AI. IBM has the largest portfolio of AI patent applications with 8,290 inventions, followed by Microsoft with 5,930.[55] Over 60 AI start-ups have been acquired by the largest US tech companies, with Apple being the top acquirer since 2010, followed by Google, Microsoft and Facebook.[56]

The Recommendation is generally addressed to all AI actors, but the responsibility of implementing it is in the hands of governments, which necessitates them to increase capacities. Therefore, the Recommendation considers ethical implications for all AI actors at all stages of the AI system life cycle within its scope, and emphasises the principle of multi-stakeholder and adaptive governance and collaboration. Member States are encouraged to promote inclusive AI governance mechanisms and to set out appropriate frameworks to ensure that other stakeholders, in particular private sector companies, adhere to them. Many companies continue to think that self-regulation of AI is enough. Given AI's far-reaching impact on all aspects of society, self-regulation is insufficient for keeping AI in check and such voluntary standards could easily be disregarded in the pursuit of profits. Therefore, governments need to adopt a regulatory framework to mitigate risks and avoid the harmful consequences of AI, in particular by ensuring that there are compensatory mechanisms in place. There is a need to rebalance the power, and the Recommendation calls on governments to ensure the rule of law so that AI is developed for good.

We worked closely with the private sector and will continue to do so for the implementation. Many analysts have a negative assessment of the role of big tech, and the monopolies that may emerge from having few big digital platforms. We are of the view that the existence of monopolies or non-competitive practices is allowed by the lack of regulation. So, it is there where the emphasis should be put. The private sector, though, is a very important partner, and there are now many multinational companies

[55] World Intellectual Property Organization. (2019). *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055_exec_summary.pdf

[56] Bass, D., & Brustein, J. (2020, March 16). *Big Tech Swallows Most of the Hot AI Startups*. Bloomberg. https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-16/big-tech-swallows-most-of-the-hot-ai-startups

that are partnering with UNESCO to advance implementation. They are also sharing their experiences on how to ensure transparency of algorithms among others. We also worked closely with civil society and will continue to do so.

Therefore, it is important to underline that - unlike the ethical frameworks regarding AI that have already been developed by various organizations all over the world - this Recommendation brings about the first global-level normative instrument also focused on the practical realization of the outlined values and principles via concrete policy recommendations, making it especially strong and innovative. It is also unique as it puts a strong emphasis on remedial action or redressing the damage caused by the use of the technologies. It is one of the very few instruments that is so comprehensive and detailed, that offers policy guidance, and that request the development of concrete tools for its implementation.

4 The impact of the Recommendation

4.1 The 'non-binding character' issue

In the context of UNESCO, recommendations are instruments "in which the General Conference formulates principles and norms for the international regulation of any particular question and invites Member States to take whatever legislative or other steps may be required – in conformity with the constitutional practice of each State and the nature of the question under consideration – to apply the principles and norms aforesaid within their respective territories".[57] Adopted by the General Conference, the norms contained in a recommendation are not subject to ratification, but Member States are invited to apply them. Recommendations are intended to influence the development of national laws and practices.

Therefore, the Recommendation is a soft law instrument. In the field of international law, soft law and hard law have their own benefits. Beyond recommendations, treaties with soft obligations, voluntary resolutions, codes of conduct formulated and accepted by international and regional organizations and statements prepared by individuals in a non-governmental capacity can be soft law norms.[58] Nevertheless, soft law should not be disregarded as ineffective. In fact, soft law can be described as "rules of conduct which in principle have no legally binding force but which nevertheless may have practical effects."[59] It has been also argued that soft law is more suitable in the construction of various international regimes.[60] Particularly, soft law is more suitable to making some experimental movements when compared with hard law.

[57] Article 1(b) of UNESCO's Rules of Procedure concerning recommendations to Member States and international conventions covered by the terms of Article IV, paragraph 4, of the Constitution.

[58] See generally Boyle, A. E. (1999). Some reflections on the relationship of treaties and soft law. *International and Comparative Law Quarterly*, 48(4), 901–913.

[59] Snyder, F. (1993). The effectiveness of European community law: Institutions, processes, tools and techniques. *The Modern Law Review*, 56(1), 19–54.; Snyder, F. (Ed.). (1994). Soft Law and Institutional Practice in the European Community. In *The Construction of Europe: Essays in Honour of Emile Noël* (pp. 197–198). Kluwer.

[60] E.g., in the case of the international economic regime see Chaisse, J., & Ji, X. (2018). 'Soft Law' in International Law-Making—How Soft International Taxation Law is Reshaping International Economic Governance. *Asian Journal of WTO & International Health Law and Policy*, 13(2), 463–509.

There are multiple benefits in having soft law documents.[61] One of the biggest, especially relevant for such a dynamic field as AI, is greater flexibility. Soft law provides greater flexibility in renegotiating agreements when things change.[62] At the same time, it can accommodate diverse legal systems and cope better with uncertainty.[63] Thus, actors cannot predict all the possible results if the problems met, cannot be understood well.[64] Flexibility is particularly beneficial in the current world with fast changing conditions.[65] Under certain conditions, soft law's flexibility may be a primary reason for its use. [66] It facilitates innovation and experiment, and it can provide the essential preparatory phase before countries are ready for hard law commitments.[67]

Further, soft law provides for greater simplicity and speed, as it does not require domestic ratification processes and attracts as many countries, no matter what their domestic legal systems are, as possible; soft law can be functional here.[68] If there is something unforeseen, soft law is useful in dealing with this condition to reach agreements.[69] In sum, although soft law is non-binding, it still has legal relevance,[70] and especially translates into domestic legal changes if combined with follow up mechanisms and peer pressure. Indeed, peer pressure and peer learning, with strong monitoring infrastructure can deliver change on the ground. Also, it should not be over-looked that soft law also helps to build shared international narratives; that is not a minor contribution that the UNESCO Recommendation is making.

Moreover, there are historical examples of soft law non-binding documents that became authoritative and eventually binding through various means. One of the prominent examples is the 1948 Universal Declaration of Human Rights (hereinafter 'UDHR').[71] Although it is a non-binding declaration, its provisions became binding through customary law[72] and codification in various international treaties.[73] There are also

[61] For an overview see Chaisse, J., & Ji, X. (2018). 'Soft Law' in International Law-Making—How Soft International Taxation Law is Reshaping International Economic Governance. *Asian Journal of WTO & International Health Law and Policy*, 13(2), 477–478.

[62] Chinkin, C. M. (1989). The Challenge of Soft Law: Development and Change in International Law. *The International and Comparative Law Quarterly*, 38(4), 850, 852-53.

[63] Shelton, D. (Ed.). (2000). Interdependence, Globalization, and Sovereignty: The Role of Non-Binding Legal Accords. In *Commitment and Compliance: The Role of Non-binding Norms in the International Legal System* (pp. 94–95). Oxford University Press.

[64] Chinkin, C. M. (1989). The Challenge of Soft Law: Development and Change in International Law. *The International and Comparative Law Quarterly*, 38(4), 850, 855, 861.

[65] Shelton, D. (Ed.). (2000). Interdependence, Globalization, and Sovereignty: The Role of Non-Binding Legal Accords. In *Commitment and Compliance: The Role of Non-binding Norms in the International Legal System* (pp. 94–95). Oxford University Press.

[66] Guzman, A., & Meyer, T. (2010). International Soft Law. *The Journal of Legal Analysis*, *2*(1), 171–184.

[67] Kirton, J. J., & Trebilcock, M. J. (Eds.). (2004). Hard and Soft Law in International Institutions: Complements, Not Alternatives. In *Hard Choices, Soft law: Voluntary Standards in Global Trade, Environment, and Social Governance*. Ashgate, 347, 351.

[68] Lipson, C. (1991). Why are some international agreements informal? International Organization, 45(4), 495–501.

[69] Lipson, C. (1991). 495-501.

[70] Guzman, A., & Meyer, T. (2010). International Soft Law. The Journal of Legal Analysis, 2(1), 171–184.

[71] https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights

[72] See e.g., Filartiga v. Pena-Irala, 630 F.2d 876 (2nd Cir. 1980). The US Court of Appeals regarded prohibition of torture as customary international law as per UDHR. On formation of customary law see e.g. https://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199552153.001.0001/oxfordhb-9780199552153-e-19 and https://www.law.umich.edu/facultyhome/drwcasebook/Documents/Documents/ILA%20Report%20on%20Formation%20of%20Customary%20International%20Law.pdf

[73] E.g., International Covenant on Civil and Political Rights (1967) https://treaties.un.org/doc/Treaties/1976/03/19760323%2006-17%20AM/Ch_IV_04.pdf and

specific instances of UDHR being applied on national level[74] and even overruling conflicting domestic legislation.[75]

There are also UNESCO examples of the application of soft law instruments, and specifically recommendations. This is the case of the Recommendation on the Means of Prohibiting and Preventing the Illicit Export, Import and Transfer of Ownership of Cultural Property.[76] Thus, a German court, in its *Nigerian Cultural Property* case of 1972, applied the terms of the recommendation when deciding whether the export of cultural property could be legitimately insured.[77]

Therefore, the choice of addressing the issues of the ethics of AI via the means of a recommendation can be explained in multiple ways, as explored above, not least because of the complexity of the subject matter and virtual impossibility to achieve a binding document of such depth in such a short time, and with so many countries subscribing to it. Nevertheless, this document has all the advantages outlined above and sets solid groundwork for its provisions, attaining the binding status in whatever form in the coming future.

4.2 Implementation mechanisms

The implementation depends to a large degree on the substance of the document. As has been shown, the Recommendation on the Ethics of AI has very profound provisions, with concrete follow-up actions. Importantly, it is not just a set of goals, but very concrete steps on how to ensure them in practice, and UNESCO has a follow-up system for these purposes.

First of all, Member States are called on to translate the content of the Recommendation in regulatory changes in their countries. This is important, as it puts the emphasis on the role of governments and their duty of care. Strong regulatory frameworks are core to this exercise, and jointly with the request to UNESCO to develop specific tools, analysis, and assessment of policy effectiveness, the Recommendation has a strong emphasis on implementation and enforcement.

The Recommendation also calls for an increase in the capacities of governments to deal with these technologies and on the establishment of Ethics of AI Committees. This is in line with the practice of UNESCO working with Member States, that had led to strong institutional innovation in the form of the bioethics committees.

Further, the periodic reports mechanism serves as a monitoring mechanism to identify best practices, gaps, challenges for implementation, emerging risks and new principles that are needed as AI develops. UNESCO offers to be a partner and support Member States in the development, as well as monitoring and evaluation, of policy mechanisms and changes into national legislation and institutions.

---

[74] Klabbers, J. (1998). *The concept of treaty in international law*. Kluwer Law International: p. 161.

[75] See the *Klahr Ehlert*-decision of the Guatemalan Supreme Court, 9 May 1952. As reported in Skubiszewski, K. "Recommendations of the United Nations and municipal courts", 46 *BYIL* (1972-73), 353-364.

[76] See http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13083&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

[77] Klabbers, J. (1998): p. 162.

Secondly, in order to help Member States implement the Recommendation and unpack the specific steps that need to be taken, the Recommendation provides for UNESCO to develop specific tools: Readiness Assessment Methodology and Ethical Impact Assessment.

It is envisaged that the readiness assessment methodology will identify the status of countries in terms of their preparedness to implement the Recommendation in its scientific, technological, economic, educational, regulatory, infrastructural, societal, cultural and other dimensions. Thus, it will help in assessing whether Member States have the institutional capacity to develop regulatory frameworks and policies, carry out administrative processes, to benefit and contribute to ethical development and deployment of AI. The ethical angle will be included in national AI strategies, data governance standards, and monitoring and evaluation mechanisms to ensure that they are in line with the Recommendation. In particular, the readiness assessment methodology can help enhance the institutional capacity of Member States to implement the Recommendation and identify if they have effective *ex ante* and *ex post* assessments when regulating AI-relevant fields. In addition, the readiness methodology will help determine whether the existing legislation in the country, such as data protection regulation, is equipped to address the changes brought by AI systems, and if there are appropriate audits and controls in place. The technological dimension would include internet access, e-skills, and protocols for data collection and analysis, which is critical given the reliance of AI technologies on data.

The ethical impact assessment (hereinafter 'EIA'), in its turn, will assess, monitor and evaluate the ethical impacts of AI systems on societies and assist Member States to take action. It will cover the entire AI life cycle and assess both the direct and indirect impact on humans, societies, the environment and the human rights. The EIA will be a tool that can be deployed by developers and deployers of AI systems, particularly States and business enterprises. A wide range of AI actors will be engaged in the development and implementation of EIAs. In particular, after developers and deployers utilize the EIA, it will be made public, to enable AI actors, including the end-users, to provide input and feedback for the further refinement of the tool.

While UNESCO acknowledges that the process of developing mechanisms for such a broad array of circumstances is not easy, it is an important follow up step that will help in supporting the Recommendation by giving it a more practical angle. UNESCO will support Member States in carrying out such assessments on a demand-driven basis, as it has a long track record of methodologies to help in the implementation of international instruments, and it is committed to an inclusive process that will take into account the diverse perspectives of different Member States, as well as different stakeholders. Moreover, a High-Level Expert Group on the Implementation of the Recommendation has been convened that will help to deliver and implement the tools.

Third, the implementation strategy is also complemented by a number of initiatives that have been developed to support Member States. UNESCO has established the group of early adopters for the implementation of the Recommendation, which consists of Member States that have expressed their interest to pioneer the implementation of the Recommendation, with various activities planned, including the roundtables for implementation. The first meeting had a record participation of 60 Member States.

Moreover, regional initiatives are being launched for the implementation of the Recommendation, with the support of regional institutions. This is the case of Latin America and the Caribbean, led by Colombia, and Southern African. More advanced economies and institutions are supporting implementation in less-developed countries; this is particularly the case of Japan and the European Commission.

UNESCO will also rely on its intersectoral work to deliver on the different chapters related to education, culture and communications. While the Social and Human Sciences sector is overseeing the whole implementation and following up on the different policy chapters, it is relying on the expertise and leadership of other sectors to advance these important areas of work.

Besides, a number of expert networks are being established, which include:

- The Global Forum on the Ethics of Artificial Intelligence as a central point to debate the challenges of these technologies, taking as a basis the Recommendation and the analytical contributions of many institutions and governments that are leading in this domain.
- The Global Observatory of the Ethics of Artificial Intelligence will serve as a digital platform to inform about policies in this domain, the implementation of the Recommendation, but also advances on the ground.
- The AI Ethics Experts Without Borders will ensure the availability of dedicated interdisciplinary expert group for deployment in Member States on needs basis to assist in the implementation, particularly in developing countries.
- The envisaged Global Network of Knowledge Centres on Ethics of AI will mobilize some of the world's leading universities and academic centres to support the capacity-building programme on ethics of AI, and especially to contribute towards the elaboration of innovative tools and methodologies, and to conduct research in order to explain and understand the technologies better. The Instituto de Empresa in Spain, and the London School of Economics in the UK are cases in point.
- The Women for Ethical AI Network will mobilize the prominent women champions of gender equality for the implementation of the ground-breaking gender policy area of the Recommendation. The members of this network will be influential women who are today's industry, government and civil society leaders driving transformations towards gender equality in and through AI.

Finally, UNESCO is actively pursuing implementation on the global level. In particular, UNESCO is co-leading, with the International Telecommunication Union, the HLCP Inter-Agency Working Group on Artificial Intelligence. The working group's main goal is to deliver concrete and relevant outcomes for the UN system, and it combines the ethical and technological parts of the UN to provide a solid foundation for current and future system-wide efforts on AI with a view to ensuring respect for human rights and accelerating progress on the SDGs. UNESCO further actively contributes to the roadmap towards the Development of a Global Digital Compact as proposed in the Secretary-General's "Our Common Agenda".[78]

In all this, UNESCO will be bringing its multidisciplinary competencies to assist Member States in fulfilling the Recommendation, and partner with regional institutions for these purposes. The Recommendation will also provide a solid foundation for the entire UN system in its collective response to the ethical challenges posed by AI technologies in various fields, with UNESCO playing a leading role in this area.

UNESCO is already analysing the ethics of neurotechnology, another emerging area where the ethical framework will contribute to its positive development. As all of these technologies are converging, the work on this area will also support the effective delivery of the Recommendation.

Conclusion

AI is a very dynamic field with considerable impact throughout various dimensions and across the world. Innovations in AI are occurring at speeds faster than ever witnessed before. The number of AI patents filed in 2021 is more than 30 times higher than in 2015, showing a compound annual growth rate of 76.9%. Private investment in AI in 2021 totalled around $93.5 billion, which is more than double the total private investment in the previous year.[79] Therefore, it is not only pervasive, but fast, and the Recommendation on the Ethics of AI can have a great impact.

UNESCO plays an important role as a space for cooperation and action to protect people and to ensure the rule of law in the digital domain. Inclusion is at the core of what it does, and it is immensely important in the far-reaching technological developments of AI for us to enact policies and regulatory frameworks that matter. The complexity of the ethical issues surrounding AI requires equally complex responses that necessitate the cooperation of multiple stakeholders across the various levels and sectors of the international, regional and national communities.

With its National Artificial Intelligence Policy and Action Plan, Chile has joined the group of countries responding to one of the most pressing challenges for the transformation of our societies. Having established ten-year actions and goals in ethics of AI, the country could continue to lead the region by aligning

[78] United Nations. (2021). *Our Common Agenda: Report of the Secretary-General*. https://www.un.org/en/content/common-agenda-report/assets/pdf/Common_Agenda_Report_English.pdf

[79] Stanford's AI Index for 2022. https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf

its policies with a swift implementation of the Recommendation. The Recommendation's mechanisms could purposely be oriented to serve the goals of the Policy of bringing regulatory certainty to AI systems, boosting algorithmic transparency, strengthening data protection, eliminating discrimination from algorithm-driven services, strengthening cybersecurity and empowering women's role in AI.

Global cooperation on the ethics of AI and global inter-cultural dialogue are indispensable for arriving at complex solutions. The global nature of the Recommendation on the Ethics of AI is essential in ensuring inclusion. At first glance, the complexity of issues at stake can seem to make this an insurmountable task. Nevertheless, history is replete with examples of humanity coming together to address a critically important issue, and this can be another shining example of what we can accomplish with a shared vision and coordinated action.

In this context, the interaction between science, diplomacy and society is evident. With this Recommendation, there is a great room for strengthening how national legislation in emerging subjects like AI is being increasingly tightened in line with global state-of-the-art frameworks. As shown, this is a growing soft law topic where diplomacy can be an effective player.

Innovación Pública al servicio de las personas: Una invitación a Chile a liderar la discusión global sobre la transformación del Estado.

Roman Yosif Capdeville[80]

¿Estamos viviendo una revolución?

Esta es una de las principales preguntas que interpela a quienes trabajamos y vivimos dentro del mundo de la innovación.

Durante las primeras dos décadas del siglo XXI, se han presentado variadas señales de necesidad de cambios profundos en los paradigmas y puntos de referencia de nuestra sociedad. Sin embargo, la pandemia del COVID-19 tuvo un impacto multidimensional que la constituyó en un punto de inflexión para la convivencia de la humanidad.

Este proceso transformador se explica al menos a partir de tres fenómenos muy marcados, profundos, por sí solos, pero que, en conjunto, están cambiando nuestra manera de entender la vida en sociedad, la economía, la política y nuestros constructos culturales más hondos.

Vivimos, en primer lugar, un cambio tecnológico radical: la disrupción digital está afectando exponencialmente todas las áreas de la vida. La generación de *bienes digitales* es uno de los principales y más extraordinarios productos de la cuarta revolución industrial, planteando nuevas formas de comprender el mundo que nos rodea y de interactuar.

Las redes sociales son un claro ejemplo de las nuevas maneras de construir identidades individuales y colectivas donde, por una parte, podemos compartir nuestras ideas, adherir a causas, denunciar hechos que nos parecen incorrectos y potenciar los que valoramos. Por otra parte, nos enfrentamos al profundo desafío de mantener relaciones sociales con quienes tienen perspectivas diferentes a las propias[81].

También, con la creación de las nubes de almacenamiento de datos (*cloud*) o con la conformación de redes distribuidas que soportarán el intercambio de activos digitales (como el *blockchain)*, se modificarán las formas en que nos vinculamos con el entorno. Será otro el mundo que nos rodeará: su versión digital, contra todo sentido común, es claramente tangible, además de que lo experimentaremos transversalmente, aunque de maneras muy diversas según nuestro género, edad, zona de residencia, y otros factores que inciden en el acceso que tenemos a este nuevo mundo.

[80] Ingeniero Comercial. Exdirector Ejecutivo del Laboratorio de Gobierno, Ministerio de Hacienda.

[81] La expresión máxima de este punto podrá verse en un horizonte temporal no muy lejano, de la mano de los "metaversos" o realidades inmersivas que sean diseñadas desde los soportes computacionales de las gigantes tecnológicas (Google, Amazon, Microsoft, Facebook, Apple).

Sumado a lo anterior, somos parte de una generación que demanda mayor igualdad de género desde una perspectiva multidimensional. Ello involucra a diversos componentes sociales, económicos, jurídicos y, sobre todo, culturales, junto con la inclusión de la diversidad en su amplio espectro. Existe una presión por relacionarse y construir sociedad de forma diferente, más horizontal, superando los roles de género históricamente arraigados, y que cada vez hacen menos sentido al pensar en el futuro.

Finalmente, la crisis climática es una de las mayores amenazas a nivel global. Si bien esta está propiciando transiciones dentro de nuestros hábitos de consumo y de la matriz productiva, aún es insuficiente y lenta si queremos hacernos cargo de las graves consecuencias que se anuncian desde la evidencia científica[82]. Cabe recalcar que sus efectos no sólo serán observables como desastres "puramente" naturales, sino también desde una perspectiva social, puesto que su impacto está estrechamente relacionado con variables sociodemográficas.

Esta conjunción de factores nos convoca como humanidad, demandando acciones concretas. Pero sobre todo nos convoca como Estados desde la necesidad de generar valor público para desarrollar soluciones que permitan afrontar estas transformaciones. Probablemente, muchas personas consideren que en el Sector Público cuesta anteponernos - o incluso reaccionar tempranamente - a estas señales. Algo de cierto hay en esa apreciación porque, a pesar de que las alertas se vienen haciendo patentes a lo largo de todo el siglo XX, tuvimos que necesitar de una pandemia para abrir los ojos de manera definitiva y comprender la necesidad urgente de acelerar los cambios. La discusión en torno a la pertinencia y legitimidad del proceso de diseño, implementación y operación de las políticas públicas se torna cada vez más necesaria: esta es la manera a través de la cual los poderes públicos pueden incidir positivamente, ante los múltiples desafíos que enfrentamos.

Vivimos en un contexto en el cual los problemas públicos son complejos por su alcance y multidimensionalidad. Frente a ello, el diagnóstico internacional es compartido: la forma del Estado moderno resulta insuficiente para abordarlos debido a su rigidez y hermetismo estructural. Más aun considerando que las tensiones se presentan con mayor agudeza en lugares como Chile, inmerso de cierta manera en la *trampa de los países con ingresos medios*. Además, el proceso constitucional que estamos experimentando puede potencialmente redibujar las relaciones de poder y redefinir las estructuras políticas sobre las que se ha planteado la provisión de bienes y servicios públicos de las últimas décadas.

En este sentido, un enfoque de innovación para el Sector Público implica un cambio radical y profundamente urgente. Contra

[82] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
Disponible en: https:// https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

toda resistencia a las transformaciones globales y nacionales -observables desde los aspectos más macro hasta los más micro de nuestra existencia - desde la innovación pública, recibimos esta vorágine como una oportunidad inmensa para la generación de conocimiento nuevo; reforzando el vínculo histórico entre las situaciones complejas y la creatividad humana para abordar los desafíos contemporáneos.

Estos son temas que tienen que ver con la gobernabilidad y donde la política exterior puede colaborar para proyectar nuestras experiencias y buenas prácticas, promover esquemas de cooperación e incluir la innovación en el sector público en la agenda regional y global. Ello plantea desafíos técnicos, pero, fundamentalmente, una comprensión innovadora del servicio público y una voluntad política permanente.

El Laboratorio de Gobierno es la principal agencia mandatada para liderar la transformación del Estado chileno, desde el punto de vista de la innovación pública, de cara a este contexto profundamente desafiante, por medio de la instalación de la innovación como una nueva perspectiva para el diseño, desarrollo, implementación de políticas y gestión pública.

El Laboratorio nació en 2015, al alero de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), lo que permitió dar el "puntapié inicial" para impulsar este paradigma. El atrevimiento propio de los nuevos enfoques fue percibido en un inicio como algo alejado de lo tradicional y de compleja aplicación a las más de 850 instituciones públicas del país. Sin embargo, se instauraba un hito relevante sobre cómo concebir el Estado y su necesaria transformación.

En 2018 con el cambio de administración y producto de una profunda reflexión sobre el potencial alcance, incidencia y relevancia que debiera tener la innovación pública en el país, el Laboratorio fue reubicado institucionalmente en el Ministerio Secretaría General de Presidencia, conectando su quehacer con la agenda de gobierno y permitiendo el involucramiento en proyectos de alto impacto público. En coherencia con este nuevo rol, existió una reformulación estructural de su modelo de servicios, incorporando otro ángulo: esta mezcla la agilidad para implementar soluciones, una descentralización de prácticas de innovación y la medición e instalación de capacidades para innovar en los Servicios Públicos.

Los aprendizajes derivados de esta experiencia institucional son múltiples, principalmente relacionados con el hecho de estar situados en el centro del gobierno. A casi cuatro años de esa reformulación estructural de la gobernanza y modelo de servicios, para impulsar un Estado más innovador de cara a las personas, observamos múltiples lecciones desde los aciertos y fracasos. También podemos proyectar lo que viene respecto al rol de la innovación en la construcción de un nuevo sector público que aspire transversalmente a ser amigable, ágil, resolutivo y eficiente en cada una de sus interacciones cotidianas con las personas.

En primer lugar, es fundamental considerar permanentemente las necesidades de las personas, de los usuarios y usuarias finales, y

de las innovaciones por desarrollar. Imprimir esa visión usuario-céntrica en nuestro quehacer no sólo nos permite avanzar en la legitimidad y pertinencia de las soluciones, sino también en una estrategia válida para alinear distintos intereses que se cruzan en todo proyecto de carácter público y en toda arena política. Este es también un argumento que - abordado de manera astuta -resulta contundente y reúne a autoridades, tecnócratas, funcionarios y funcionarias públicas. Constituye una reconexión con el sentido más profundo de la vocación pública: si bien pone al usuario al centro de todas las decisiones, no es un componente exclusivo de la innovación, es claramente observable desde sus métodos, situándose como una práctica, no sólo como una teoría.

Poner a las personas en el centro de todo proceso de innovación implica involucrarlas en las diversas fases, desde el entendimiento de sus problemas y subjetividades, hasta asignarles espacio para co-crear soluciones. En muchos casos, sus puntos de vista ponen en tela de juicio las ideas preconcebidas, donde nuestra tarea es abordar todas las mutaciones y ajustes posibles, hasta lograr iniciativas que efectivamente logren un nivel de legitimidad y pertinencia que permita su adopción por parte de las personas.

De esta manera, avanzamos en la instalación de una nueva forma de hacer política pública, desde y para las personas. En ningún caso, este enfoque desconoce las metodologías tradicionales y sus diagnósticos o diseños. Más bien propone un ingrediente adicional que permite conectarnos con los desafíos públicos más complejos y cambiantes y, al mismo tiempo, nos permite conectarnos con experiencias individuales y colectivas que nos guían con respecto a cómo transformar el Estado de manera adecuada y sostenible.

En segundo lugar, para que las iniciativas de innovación mantengan su vigencia y conexión con las necesidades de las personas es fundamental que su implementación sea ágil. Este es un desafío no menor considerando por una parte la velocidad tradicional del Sector Público y también la histórica dificultad de los Laboratorios de innovación de transformar ideas o prototipos en soluciones concretas e implementadas a gran escala.

Cuando se trata de resolver problemáticas públicas, se debe considerar la imposibilidad de predecir el resultado de los proyectos. Esto, debido a la potencial complejidad que pueden poseer en su gestión, no solo por un eventual nivel técnico alto, sino por la diversidad de las interacciones que se dan entre las personas que participan en él. Se debe destacar que en la esfera pública confluyen constantemente los intereses de distintos actores, que hacen que un proyecto que puede parecer sencillo en su ejecución, pueda verse complejizado por aquellas interacciones e intereses, implicando tal vez que soluciones que funcionan desde el diseño, no vean nunca la luz.

En este ámbito, un desafío permanente es hacernos cargo de la incertidumbre producida por dicha interacción, flexibilizando las fases de un proceso de innovación para intentar mitigar al mínimo esos riesgos. Tuvimos que revisar de manera acuciosa nuestras prácticas de innovación

para que nos permitieran responder, con sentido de urgencia, a las situaciones cambiantes y a las problemáticas más relevantes, sin perder la capacidad de mantener las necesidades de las personas en el centro y promover el desarrollo de capacidades de experimentación dentro de los servicios públicos.

Fue así como uno de los aprendizajes más relevantes es la incorporación de un enfoque de trabajo ágil, estructurado en ciclos de trabajo cortos y que aseguren avances progresivos en cada proyecto y entregables en corto tiempo para materializar la consideración de su valor, frente a los distintos actores involucrados. Luego de muchas iteraciones, sabemos que para alcanzar resultados concretos (denominado *"delivery")* debemos lograr gobernanzas y métodos de trabajos que combinen diversidad, flexibilidad, con agilidad y lógica experimental.

En definitiva, el Estado chileno, por medio del Laboratorio de Gobierno, ha aplicado un nuevo paradigma de transformación de las instituciones públicas. Este busca generar soluciones sostenibles y de alto impacto, mediante un proceso que combina el enfoque de innovación desde el diseño, poniendo como centro a las usuarias y usuarios, asegurando que las soluciones desarrolladas respondan efectivamente a sus necesidades, a fin de entregar soluciones de forma oportuna bajo un ritmo sostenido de trabajo colaborativo y que por sobre todo comprometa a todos los actores relevantes con su implementación.

Lo interesante de estos aprendizajes es que provienen de la práctica misma y no de ejercicios teóricos. Así, las experiencias más relevantes y recientes de innovación pública del Estado chileno dan cuenta de la consideración de otro ángulo.

Por cierto, el desafío para el Estado chileno en cuanto a mejorar la calidad de sus servicios públicos, su gestión y conexión con las necesidades de las personas continúa. Tal como recomienda la OCDE[83] a nuestro país, es fundamental transversalizar un nuevo enfoque para la entrega de servicios públicos, desde una institucionalidad que asuma el rol mandatado de *Head of Design*, en la generación de servicios compartidos, entre otros desafíos.

[83] OCDE (2020), Gobierno Digital en Chile – Mejorar el diseño y entrega de servicios públicos, OCDE Estudios de Gobierno Digital, Paris. https://www.oecd.org/chile/digital-government-in-chileimproving-public-servicedesign-and-delivery-b94582e8-en.html

Experiencias más relevantes de innovación pública

Nombre: Red de Protección Social: Un proceso inédito de co-creación en el Estado
Año de ejecución: 2018 - 2019
Actores participantes: Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Fondo Nacional de Salud, Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Servicio Nacional del Adulto Mayor, Servicio Nacional de Capacitación y Empleo, Superintendencia de Salud, Municipalidades de Independencia y Peñalolén, Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas y Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
Descripción: El Ministerio de Desarrollo Social y Familia se planteó el desafío de idear un sistema que reuniera los beneficios sociales ya existentes y diera espacio a los que se crearían más adelante, con el objetivo de que la ciudadanía pudiera obtener información clara y precisa. Junto al Laboratorio de Gobierno, se conformó un equipo para coordinar un proceso de co–creación interministerial e institucional que tomó 9 meses. Más de 500 personas participaron en el proyecto que involucró a 55 instituciones públicas y civiles. En este proceso de co-creación se descubrieron los desafíos de una política pública basada en la interoperabilidad del Estado, para acceder a información personalizada sobre beneficios entregados, disponibles y aplicables según las características socioeconómicas de cada familia. El portal de Red de Protección Social ha recibido más de 11 millones de visitas, teniendo un acceso directo de ciudadanos que utilizan su clave única. Asimismo, el portal ha sido utilizado para brindar más de 18.000 asesorías por parte de los más de 1.000 asesores integrados de la red de Chileatiende, siendo clave también en su utilización de datos para soportar el corazón del servicio de la plataforma Mi Chileatiende. En la actualidad, la plataforma proteccionsocial.gob.cl cuenta con información, en lenguaje claro, sobre más de 160 beneficios y programas para enfrentar diferentes eventos adversos que podrían llevar a una familia a una situación de vulnerabilidad.

Nombre:
Whatsapp Mujer: Canal silencioso para orientar a mujeres que sufren violencia doméstica en confinamiento

Año de ejecución:
2020

Actores participantes:
Ministerio de la Mujer y Equidad de Género, Servicio Nacional de la Mujer y la Equidad de Género (SernamEG), Facebook Latinoamérica, Whatsapp Latinoamérica.

Descripción:
Al comienzo de la pandemia (2020) se observó un aumento del 70% en la cantidad de llamadas recibidas al número 1455 del Servicio Nacional de la Mujer y la Equidad de Género (SernamEG) con respecto al mismo período del año 2019. Además, el confinamiento planteó la dificultad que las víctimas de violencia compartían la cuarentena con sus agresores, limitando la posibilidad de pedir ayuda.

La urgencia dio paso a la oportunidad y el Ministerio de la Mujer y EG, SernamEG, en conjunto con el Laboratorio de Gobierno iniciaron un proyecto de innovación pública con la necesidad de crear un medio silencioso para ayudar a mujeres que sufren violencia.

El 28 de abril de 2020 se lanzó el servicio de atención silencioso, seguro y confidencial el cual funciona de lunes a viernes las 24 horas del día. El canal de silencioso combina la atención por parte de ejecutivas (casos de orientación, contención emocional y situaciones de emergencia inminente); y un robot de atención (casos de búsqueda de información general). De este modo, es posible concentrar los esfuerzos de las ejecutivas en atender los casos más complejos, ya que el robot sólo se activa si la ejecutiva define que el caso es atendible de esa manera.

Se destaca en este proyecto el apoyo de Facebook, empresa propietaria de WhatsApp, el cual se manifestó en la flexibilidad de sus políticas de funcionamiento y privacidad, y en financiar el desarrollo y los tres primeros meses de soporte del servicio. A partir de estos resultados, el canal de WhatsApp que se pensaba inicialmente como un dispositivo de emergencia, se transformó en un canal de atención permanente, vigente a la fecha.

En su primer año de implementación se realizaron más de 32.000 atenciones por medio de este canal, correspondientes al 13% de las atenciones realizadas por SernamEG.

Nombre:
Subsidio al empleo: Un apoyo en pandemia con foco en las y los usuarios

Año de ejecución:
2020

Actores participantes:
Servicio Nacional de Capacitación y Empleo, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Ministerio de Hacienda

Descripción:
La pandemia del COVID-19 generó importantes efectos económicos negativos en nuestro país, que derivaron en la mayor crisis de empleo en Chile de los últimos 30 años, implicando 1,5 millones menos de puestos de trabajo en comparación al año anterior. A raíz de esta compleja situación, el Gobierno anunció la generación de un masivo e histórico Subsidio al Empleo con un fondo de USD 2.000 millones en ayuda directa a la contratación de nuevas personas y al retorno de trabajadores que se encontrasen suspendidos bajo la Ley de Protección del Empleo.

Habiendo investigado y teniendo claras las necesidades de las personas, se trabajó en el diseño e implementación del Subsidio desde cuatro ámbitos de intervención definidos por el Laboratorio de Gobierno: Estrategia, Servicio, Operación y Organización, desarrollando un sistema completo de información, postulación, seguimiento y pago del subsidio, 100% diseñado pensando en los usuarios directos, las MIPYMES y en los beneficiarios finales, que finalmente quedó disponible en www.subsidioalempleo.cl

El Subsidio fue lanzado en septiembre de 2020, con los siguientes componentes:

- Servicio digital elástico, preparado para una alta demanda con acceso y atención personalizada y con información precargada para una mejor orientación en la postulación.
- Coordinación e interoperabilidad entre varias instituciones del Estado y privados para evitar trámites anexos adicionales a la postulación misma del subsidio.
- Múltiples canales de atención digitales, presenciales y telefónicos con un foco en resolver problemáticas concretas, no solamente informar.
- Pago rápido dentro del mismo mes de postulación pensando en la liquidez, lo cual se valida y genera de manera automática.
- Comunicación clara dentro de todo el proceso para fácil entendimiento y acceso para cualquier persona.

Durante el primer semestre, se han entregado más de 800.000 subsidios, de los cuales un 83% corresponde a PYMES.

Nombre:
Fonasa: Un nuevo modelo de atención centrado en las personas

Año de ejecución:
2018-2019

Actores participantes:
Fondo Nacional de Salud, Fonasa

Descripción:
El proyecto nace de la oportunidad de transformar Fonasa en un servicio de atención integral y proactivo. Para ello, era necesario disminuir sustancialmente el tiempo de espera para la resolución de problemas, reducir la cantidad de reclamos e impactar positivamente en la satisfacción de las y los usuarios.

Se identificó que los atributos más relevantes para una experiencia satisfactoria son: resolutividad, omnicanalidad y proactividad. Sobre la base de estos atributos se inició el proceso de co-creación y desarrollo de soluciones.

La primera es Fonasa Resuelve, co–creada por más de 40 funcionarios de la institución. Su rol es intermediar entre los asesores de atención de los cuatro canales y las áreas de negocio, para asegurar una respuesta ágil, idealmente en el primer contacto. Esto, considerando que con la lógica anterior la resolución demoraba en promedio 30 días. Con este nuevo servicio, se proyecta abordar 1.758 consultas al año y de esta manera disminuir en 38% los reclamos y 28% las solicitudes escalables.

La segunda es el Departamento de Experiencia de Usuarios, encargado de sostener el nuevo modelo de atención, dándole gobernanza a la innovación a través de un comité permanente.

La tercera solución, Hoy nací y soy Fonasa, entrega cobertura de salud a los recién nacidos de forma automática e inmediata una vez que son inscritos en el Registro Civil, a partir de la interoperabilidad de ambas instituciones. Así, las familias ahorran tiempo y dinero ya que no requieren realizar el trámite presencialmente en Fonasa. Desde su implementación, más de 301 mil familias han sido beneficiadas.

Por último, Elige Tú es un buscador web de prestadores de salud que permite a usuarios tomar decisiones informadas según los costos y la ubicación donde se entregan los servicios que requieren. Además, permite unificar la entrega de información de los canales de atención.

Hemos también asumido, desde el Laboratorio, el desafío de documentar las diversas metodologías de trabajo que constituyen nuestro acervo al colaborar en cualquier institución pública que tenga un requerimiento de implementación de una solución innovadora. Para ello, el Laboratorio también dispone de una completa biblioteca abierta, donde todas las usuarias y usuarios podrán consultar y conocer diversas publicaciones, con la esperanza de que constituyan una guía en cualquier proceso innovador. La generación de este conocimiento en innovación publica puede constituir un ejemplo de "exportación no tradicional" desarrollada desde el sector público y un activo que nuestra diplomacia debe promover

Estos referentes, con los cuales se apunta a alcanzar un alto impacto ciudadano, han consolidado la posición de liderazgo de Chile en materia de innovación pública a nivel regional y también global. Una Red de Innovadores Públicos de casi 20.000 miembros, encargada de descentralizar las capacidades para innovar entre funcionarios y funcionarias públicas, disponer de un ecosistema de aprendizaje y colaboración, además de la implementación del Índice de Innovación Pública que establece un estándar de medición para los servicios públicos y guías de acción concretas, son todos elementos que constituyen el modelo de innovación pública chileno.

Con estos antecedentes, podemos permitirnos soñar en grande y pensar a nuestro país como un gran exportador de servicios no tradicionales para otros gobiernos. En este sentido, la diplomacia juega un rol fundamental.

De partida, como bien fue anunciado en esta contribución, la humanidad se enfrenta a un número importante de megatendencias, las cuales están siendo abordadas por diversas instancias de gobernabilidad a nivel regional y global. Allí, la diplomacia chilena ha asumido posturas propositivas y activas para alcanzar nuevos acuerdos, reglamentaciones e instrumentos. Tan solo pensemos en la presidencia de nuestro país durante la COP 25 o en las diversas iniciativas de Chile para el establecimiento de un Tratado internacional que permita enfrentar, coordinadamente, futuras pandemias.

En este sentido, como Director Ejecutivo del Laboratorio de Gobierno, quisiera agradecer las diversas invitaciones que la Academia Diplomática ha extendido al Laboratorio y que nos han permitido dialogar cada año entorno a experiencias y aprendizajes de innovación publica, con sus estudiantes.

Esta es una manera muy relevante de que nuestras futuras funcionarias y funcionarios del Servicio Exterior tengan presente, desde temprano en sus carreras, el valor de las diversas metodologías del Laboratorio y que, además, puedan constituirse en voceros internacionales de nuestro trabajo. Estamos ciertos que "nuevos problemas demandan nuevas soluciones" por lo cual, esperamos, sinceramente, que de estas conversaciones los estudiantes se apropien de todos los productos, acciones y contenidos del Laboratorio.

La formación de alianzas con instituciones e instancias homologas[84] constituye también un ámbito donde nuestra diplomacia puede apoyar significativamente el trabajo del Laboratorio. Al igual como la Política Exterior ha asumido la tarea de insertar a Chile en las redes internacionales del conocimiento, estas son instituciones con las cuales el Laboratorio puede compartir buenas prácticas y crear sinergias para una acción colaborativa.

Mensajes conclusivos

Antes de la pandemia ya veíamos cómo la colaboración entre países se hacía más necesaria para temas tan diversos como la generación de energía, el cambio climático, la migración, entre otros. Hoy se hace absolutamente necesario y evidente que las fronteras que nos hemos dibujado como seres humanos son cada vez más permeables a la globalización, sobre todo desde el punto de vista del conocimiento. Es en ese contexto que Chile puede ser un gran referente en materia de replicar instituciones, modelos, procesos y metodologías de innovación pública que sirvan a otros países de la región y del mundo en vías de desarrollo.

Uno de los principales desafíos del actual cambio de ciclo en Chile es entender y materializar que la única manera para implementar transformaciones estructurales, de alto impacto ciudadanos, sean estas en salud, educación, seguridad, transporte, pensiones o vivienda, es habilitando al sector público de nuevas capacidades para poder implementar esas innovaciones y gestionarlas en el día a día.

En definitiva, la innovación está en el corazón del presente y futuro del Sector Público. Para su fortalecimiento, necesitamos generar un movimiento global de colaboración pública-pública entre países, gobiernos e instituciones afines, que nos permita aprender rápido, replicar bien y, sobre todas las cosas, darle prioridad política a estos temas que son de la mayor relevancia para que las demandas ciudadanas sean abordadas por políticas públicas efectivas, eficientes y centradas en la persona humana.

Sin un Estado amigable, ágil, eficiente, digital, más profesionalizado y usuario-céntrico, muy probablemente, las legítimas aspiraciones de la ciudadanía queden frustradas.

[84] Algunas de las instituciones más relevantes a nivel global en innovación pública, con las cuales el Laboratorio ha abierto espacios de colaboración: "27é Région" en Francia; NESTA en Reino Unido; el "Observatory for the Public Sector Innovation", perteneciente a la OCDE; GovLab de New York University; Subsecretaria de Innovación Publica de Argentina; Equipo de Innovación Publica del Depto. Nacional de Planeación de Colombia; "011lab" del Gobierno de la ciudad de Sao Paulo, Brasil, entre otros.

Ética e Inteligencia Artificial

Maria Florencia Attademo-Hirt[85]

La inteligencia artificial (IA) y los sistemas automatizados de decisión han experimentado un acelerado desarrollo en los últimos años. Hoy podemos ver acciones sencillas, desde que el celular nos recuerde la hora en la que solemos poner la alarma cada día para despertar, a otras más complejas donde se manejan grandes cantidades de datos y los algoritmos recomiendan decisiones tales como el reclutamiento de personal, el desplazamiento de vehículos autónomos o la asignación de beneficios de carácter público o privado.

El potencial es enorme y apunta a hacer más eficiente en el uso de recursos y la gestión de las organizaciones, mejorando la vida de las personas, simplificando procesos para los usuarios o adelantándose a las necesidades en distintas esferas.

Pero ¿qué es la IA? No existe una definición única, ya que se trata de un área en constante evolución que incluye diversas tecnologías y diversas complejidades. En el grupo BID hemos adoptado los lineamientos de la OECD[86], que describe la IA como "un sistema computacional que puede, para un determinado conjunto de objetivos definidos por humanos, hacer predicciones y recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Los sistemas de IA están diseñados para operar con distintos niveles de autonomía".

De esta manera aparece otro concepto clave cuando de IA se trata: los algoritmos, es decir, secuencias de comandos que permiten obtener un resultado a partir de la introducción de unos datos determinados (OECD, 2018) reglas o instrucciones y que, aplicados sistemáticamente, facilitan la toma de decisiones (sea esta o no automatizada). Los algoritmos son la estructura de los sistemas de IA, pues son los encargados de procesar los datos para realizar diversas funciones, entre las que se incluyen predicciones, clusterizaciones y categorizaciones, así como toma de decisiones automatizadas (MGI 2017; Google 2018; IMDA & IDPC 2020). Entrenar a una máquina requiere de responsabilidad tanto en el uso de datos personales como en cautelar que las decisiones resultantes sean beneficiosas y no dañinas para la sociedad.

[85] Gerente General del Departamento de Países del Cono Sur del Banco Interamericano de Desarrollo y Representante en Chile del Grupo BID.
[86] Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo.

La Inteligencia Artificial: Visión de la OECD.

A la hora de implementar soluciones a través de algoritmos, es necesario que éstos sean entrenados sin sesgos que repliquen o profundicen desigualdades presentes en nuestra sociedad, que velen por la privacidad y protección de los datos, sean incluyentes, se centren en las personas, respetando los derechos humanos, la libertad, la autonomía, la igualdad, la diversidad y la justicia social. Además, deben ser transparentes en su actuar, para que quienes estimen que se han vulnerado sus derechos, puedan demandar al sistema.

Las decisiones relativas al desarrollo y uso de las tecnologías de la IA deben adoptarse dentro de un marco de derechos humanos y con una visión holística e inclusiva.

Para evaluar si un proyecto cumple con las normas éticas en la aplicación de la IA, hay distintas preguntas que se deben resolver. Primero, definir con precisión cuál es el rol y el aporte de la IA, de manera que esta sea aplicada cuando es pertinente hacerlo y cómo se compara respecto de otras metodologías o tecnologías posibles en cuanto a costos, beneficios, huella de carbono, impacto social. El segundo paso es valorar la robustez que tendrá el sistema, tanto en infraestructura tecnológica, como de pertinencia legal y riesgos de operación. (Galdon 2020).

La transparencia es otro de los factores que ayudan a minimizar riesgos en el desarrollo de sistemas de IA. Para velar por una adecuada transparencia se pueden incorporar marcos de gobernanza, mecanismos de control interno, reportes periódicos y mecanismos para la resolución

de controversias. La selección del modelo a utilizar dependerá de la estructura de la organización, tamaño y recursos disponibles, así como del sector particular en el que opera (Omidyar 2019; WEF & IMDA 2020). Cualquiera sea el modelo de gestión de transparencia que se adopten, es importante mantener actualizado un modelo de gestión de riesgos, identificando de manera temprana posibles factores que afecten el desempeño de los sistemas, así como un plan de mitigación de riesgos y de acción si éstos llegan a concretarse, generando algún potencial daño.

Otra consideración tiene relación con el uso y privacidad de datos. Los datos son el insumo base de todo sistema automatizado, por lo que sistemas más robustos serán aquellos que cuenten con grandes cantidades de datos que les permita entrenarse y realizar predicciones más precisas, minimizando el riesgo de error. Un desarrollo responsable de IA debe contener una data de calidad comprobable y medidas adecuadas que mitiguen riesgos de sesgos y discriminación, por el hecho de contar con datos no representativos o mal gestionados.

Tan importante como lo anterior es el adecuado respeto a la privacidad de la información, contar con procedimientos claros y rigurosos respecto al tratamiento de datos personales es también un principio clave. No podemos esperar a que las leyes sean las encargadas de regular estos ámbitos, la tecnología se desarrolla más rápido que los marcos legales, por lo que consensuar normas y estándares éticos autogestionados es fundamental.

Considerar los riesgos que conlleva la tecnología es importante para no dañar ni afectar el logro de los objetivos para lo cual fue creada. Sin embargo, aunque parezca una obviedad, vale la pena mencionar que el uso y el desarrollo de tecnología no es algo que podamos limitar. La innovación tecnológica genera enormes beneficios, mejora el acceso a productos y servicios tanto en tiempo, forma y costo, ayuda a tomar mejores decisiones sobre asignación de recursos, mejora la productividad y la competitividad de los países y las instituciones. En definitiva, contribuye a catalizar las metas de desarrollo sostenible. En definitiva, diariamente la tecnología está cambiando la forma como nos relacionamos, trabajamos, consumimos y está en poder de cada uno de nosotros el cautelar que sus impactos sean positivos para las personas y el medioambiente, generando bienestar social.

América Latina y el Caribe necesitan de soluciones innovadoras, éticas y responsables para contribuir a superar las problemáticas sociales y ambientales y mejorar la provisión de servicios a la ciudadanía. Si bien el grueso del desarrollo tecnológico es liderado por otras regiones del mundo, en nuestros países también se está generando innovación tecnológica de primer nivel.

Conviene mencionar que resulta oportuno propiciar nuevos ángulos en la creación de normativas regulatorias en torno a la IA y a

los sistemas autónomos de decisión, por ejemplo, la experimentación regulatoria a través de sandboxes, que permiten fomentar la innovación, atraer la inversión y potenciar el co-aprendizaje público-privado.

Cautelar que este desarrollo, desde el diseño, contemple principios éticos, será una forma de mejorar oportunidades de acceso a mercados y financiamiento que permitan el crecimiento más allá de sus países de origen.

Otro ámbito fundamental para que la región pueda robustecer sus desarrollos tecnológicos, es el de capital humano en manejo de datos, ciencia de datos e IA. Orientar políticas públicas en este ámbito es parte central del quehacer del Grupo BID.

Principios éticos de la OCDE para el desarrollo de IA[87]

Crecimiento inclusivo, desarrollo sostenible y bienestar

Valores centrados en el ser humano y la equidad

Transparencia y explicabilidad

Robustez, seguridad y protección

Rendición de cuentas

Como forma de cautelar el diseño, desarrollo e implementación ética de los algoritmos de IA, desde 2019 el Grupo BID viene trabajando en la iniciativa fAIr LAC, cuyo objetivo es promover un uso responsable de la IA, basados en los principios elaborados por la OECD, buscando facilitar su operacionalización, considerando tres dimensiones estratégicas: (i) desarrollo de una red diversa de actores públicos y privados, (ii) formación de capacidades para una adopción responsable de la tecnología y (iii) promoción de calidad y mitigación de riesgos.

Para la operacionalización de estos principios en la región de América Latina y el Caribe, fAIr LAC ha identificado los desafíos que enfrenta el desarrollo de la IA en nuestra

[87] https://oecd.ai/en/ai-principles

región y que pueden resumirse de la siguiente forma[88]:

El objetivo en la identificación de estos retos es el de orientar el desarrollo de herramientas de mitigación de fácil implementación para todos los actores

[88] fAIr LAC, Adopción ética y responsable de la IA en América Latina y el Caribe, BID, 2020.

involucrados. Para ello se ha avanzado en: (i) la creación de espacios de dialogo y de implementación aplicada de la IA que permitan relevar buenas prácticas, aprendizajes y, sobre todo, sensibilización en cuanto a los beneficios y riesgos de su adopción; (ii) generación de capacidades para el diseño, desarrollo, implementación y adopción de mecanismos de IA al tiempo de que se sistematizan productos de conocimiento (guías, marcos, herramientas) que faciliten la adopción responsable de la IA; y (iii) apoyo en la formulación de políticas públicas y mecanismos de autorregulación que velen por la calidad y la mitigación de riesgos en la IA.

En sus tres años de implementación, fAIr LAC ha avanzado en todos los frentes.

En el ámbito de desarrollo del ecosistema y diálogo fAIr LAC cuenta con importantes aliados, expertos y Hubs en diferentes países de la región, que guían tanto el desarrollo de la iniciativa como el despliegue de soluciones.

Para la generación de capacidades, se han desplegado diferentes programas de formación en temas como ciencia de datos, auditoria algorítmica, autoevaluación y evaluación ética de soluciones de IA, formulación de proyectos basados en IA, protección de datos, ciberseguridad, interoperabilidad y otros recursos sistematizados en productos de conocimiento, que están siendo aprovechados por el sector público, el sector privado, la sociedad civil y el ecosistema de emprendimiento tecnológico. El desarrollo de las herramientas orientadas al sector público ha sido liderado por el Sector Social del Banco. Las herramientas orientadas al sector privado han sido lideradas por BID Lab, el laboratorio de innovación del Grupo BID. La idea es fortalecer el ecosistema emprendedor, una de las principales fuentes de soluciones algorítmicas, trabajando no solo desde la oferta (las propias startups tecnológicas), sino también la demanda y entidades de apoyo (inversionistas, aceleradoras de negocios, expertos en datos, academia, sociedad civil, gobiernos, grandes empresas), de manera de alinear la visión respecto a la ética de datos e IA.

Finalmente, el piloteo de la implementación de todas estas prácticas, a través de proyectos específicos, Hubs de países, y pilotaje de las herramientas.

Un ejemplo concreto de este despliegue es el proyecto algoritmos éticos[89] en Chile, que es cofinanciado por BID Lab. El proyecto, ejecutado por el laboratorio de gobierno de la Universidad Adolfo Ibañez, Goblab, forma parte de la iniciativa fAIr LAC y trabaja, en alianza con el sector público y privado en dos frentes:

I. Desarrollo de capacidades para incorporar estándares éticos entre las empresas tecnológicas que proveen de algoritmos de decisión automatizada e IA al sector público, con un interés

[89] https://goblab.uai.cl/algoritmos-eticos/

particular en las startups tecnológicas y el ecosistema de apoyo a su crecimiento (incubadoras, aceleradoras, fondos públicos, venture capital).

II. Fomento a que el sistema de compras públicas considere la gestión ética de datos y de la IA dentro de sus estándares y requisitos de compra.

A la fecha se han desarrollado dos ciclos de programas de formación a emprendedores tecnológicos y funcionarios públicos, se está realizando acompañamiento técnico a 4 pilotos de desarrollo o compra publica de algoritmos de decisión automatizada, incorporando principios éticos y se está apoyando el desarrollo de guías y estándares de compras públicas de este tipo de tecnología.

Actualmente los aliados del proyecto, que reciben acompañamiento técnico, aportan recursos y participan de su gobernanza son ChileCompra, la División de Gobierno Digital del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, la aceleradora de negocios Magical, el Consejo para la Transparencia, Fonasa, la Defensoría Penal Publica, el Instituto de Previsión Social. Las últimas cuatro entidades aliadas, se encuentran implementando pilotos de desarrollo o compra publica de algoritmos de decisión automatizada, incorporando principios éticos, con los cuales se busca validar el potencial de impacto social del uso de estas tecnologías.

De manera adicional, el BID ha apoyado la creación de la División de Estudios e Inteligencia de Negocio en la Dirección de Compras y Contratación Pública, y prestó apoyo al alineamiento de la estrategia de inteligencia artificial de ChileCompra con la estrategia nacional.

Otras iniciativas que están siendo impulsadas por el Grupo BID en el ámbito del desarrollo ético de la IA son las siguientes:

Prevención de Retinopatía diabética, Jalisco, México. Liderado por el Gobierno Jalisco y el Tecnológico de Monterrey.
● La diabetes es una de las enfermedades crónicas más comunes en el mundo. Una de sus consecuencias es la retinopatía diabética, un padecimiento crónico y progresivo tiene una prevalencia de 31.5 por ciento en México, y en los países industrializados se ha convertido en la causa principal de pérdida visual parcial y de ceguera en los adultos. ● Esta una enfermedad no presenta síntomas en sus inicios. La detección oportuna facilita el tratamiento para reducir la pérdida visual y por ende la ceguera, por lo tanto, se recomiendan exámenes cada seis meses para su detección precoz. ● La solución propuesta basada en IA sugiere un programa de tamizaje en la atención primaria donde los pacientes podrán llegar a una revisión visual y un sistema informático transferirá sus fotografías de fondo de ojo al Departamento de Graduación de Retinopatía Diabética. Este departamento es asistido por graduadores certificados y un sistema de IA, que ayudan a determinar el nivel de RD del paciente con la finalidad de transferir a un hospital de segundo nivel aquellos casos que tengan un nivel avanzado para un diagnóstico temprano y tratamiento oportuno, considerando la gobernanza de datos, sensibilización del personal y de los pacientes.

Distancia2, Quito-Ecuador y Buenos Aires, Argentina.
● Distancia2 es una plataforma que el Grupo BID pone a disposición de los países y que aprovecha la infraestructura de vídeo disponible en las ciudades. Gracias al uso de IA se busca mitigar el riesgo de contagio de COVID-19 en áreas con grandes aglomeraciones. En Ecuador opera a nivel nacional con 5.500 cámaras monitoreadas y en Argentina con 11. ● La plataforma puede generar alarmas, según los parámetros que la ciudad determine (por ejemplo % de personas a menos de 2 metros de distancia en cada unidad de tiempo), o entregar conjuntos de datos que registran la respuesta cotidiana de los ciudadanos ante las medidas dispuestas. ● Este desarrollo es escalable y se enfoca en adicionar inteligencia a la infraestructura disponible. Funciona en infraestructura informática que debe ser proveída por parte de las ciudades o entidades locales, ya sea en sitio o en nube; el BID licencia su uso sin ningún costo. La plataforma se puede usar para realizar análisis en tiempo real o para

realizar análisis históricos de comportamiento previamente registrado por las cámaras y tomar medidas concretas como rediseño de los espacios o señalética.

- No se utiliza información privada de los individuos ya que no se analizan rasgos particulares ni características únicas, solamente se detectan personas de manera anónima y se estima la distancia entre ellas.

ParaEmpleo, Asunción, Paraguay. Liderado por el Ministerio del Trabajo, Empleo y Seguridad Social.

- Para buscar empleo, los usuarios de la Dirección General de Empleo de Paraguay debían entregar sus antecedentes en papel en la única oficina de la entidad ubicada en la capital del país. El proceso era lento y costoso. Por ejemplo, en 2010 sólo se brindó orientación laboral individual a 562 personas.

- El piloto busca apoyarse en nueva tecnología con el fin de facilitar el emparejamiento entre oferta y demanda laboral en forma eficiente, precisa, sin papeles, generando valor tanto a los solicitantes como a los potenciales empleadores.

- Gracias al uso de IA se está desarrollando un sistema de intermediación laboral que incluye un motor de emparejamiento que aprende y tiene una base de relaciones utilizando ontología y semántica para proponer emparejamientos basados en múltiples dimensiones que no sean solo la coincidencia de palabras. El sistema realiza un emparejamiento en varias dimensiones: oferta y demanda laboral basada en habilidades duras, blandas, geografía y cercanía, horarios, experiencia, certificaciones, idiomas y otras dimensiones generando emparejamientos múltiples que permiten a las partes gestionar la oferta y demanda de empleo. En base a esta información los consejeros laborales realizan preguntas a los candidatos para ajustar la información si no se ha introducido experiencia relevante y proponen alternativas a cada buscador de empleo.

- El sistema de IA este certificado con la regulación europea GDPR (General Data Protection Regulation por sus siglas en inglés) y separa en el portal los datos sensibles del perfil de los usuarios, de aquellos no sensibles. Los usuarios, buscadores de empleo o empleadores cargan datos personales tales como tales como género, nombre, edad, nacionalidad, etc., los cuales no son incluidos en ningún emparejamiento para evitar sesgos. Por otro lado, los datos de empleabilidad tales como sus habilidades, capacidades, experiencia, localidad, horario y otros, sí forman parte de los emparejamientos en forma innominada. El sistema cumple los requisitos establecidos

las regulaciones locales para el desarrollo y la puesta en marcha de sistemas de información en temas de seguridad de la información, así como de infraestructura.

- La IA es una herramienta útil en este caso, pero requiere de la participación de humanos en el proceso que ayuden a los buscadores de empleo a entender sus resultados y además que ayuden a las empresas a registrar vacantes y cargar información. Adicionalmente, es necesario tener opciones de apoyo de carga por personal especializado (facilitadores) que guíe a los buscadores de empleo con menos habilidades digitales a fin de garantizar el acceso a servicios de toda la población.

Como se puede observar, la IA puede ayudar en diferentes ámbitos a mejorar la vida de las personas y hacer más eficientes la gestión de las organizaciones. Está en nuestras manos hacer posible que ello ocurra, si velamos por un desarrollo ético y responsable de la tecnología.

¡En el Grupo BID estamos comprometidos con esta gran tarea!

SEPARATA VII:
CAPITAL HUMANO AVANZADO:
UNA INVERSIÓN DE FUTURO.

Nota Introductoria.

Emb. Pedro Oyarce.

El Capital Humano Avanzado (CHA) constituye uno de los ejes articuladores de los avances científicos y tecnológicos de la sociedad moderna. El gran desafío es cómo ese conocimiento se transforma en valor económico y social, estimulando, de igual forma, procesos culturales. El CHA es una pieza central para un proyecto de país, que Chile ha definido como estratégico.

En esta separata se analizan diversas dimensiones de este tema, en la convicción de contribuir a reflexionar sobre un área esencial para la visión de país que se aspira a proyectar, la cual debe ser parte del nuevo ciclo de política exterior.

Existe una importante evidencia sobre el impacto del CHA en la sofisticación de la matriz productiva. Es necesario que haya un correlato en las decisiones políticas tanto para consolidar las ventajas comparativas como para atender los requerimientos de nuestra sociedad. Diversos casos vinculados a nuestros recursos estratégicos revelan la urgencia de esta afirmación: la extracción de cobre de alta ley, la producción industrial de litio grado batería o la exportación de salmón, cumpliendo exigentes estándares de inocuidad agro alimentaria.

El artículo de Rodrigo Torres aborda el desarrollo de la política de formación de postgrado como espacio para entender la relación entre ciencia, educación y sociedad. Esa colaboración analiza tres dimensiones de este tema. En primer lugar, una institucional en términos de cómo trabajar una política de posgrado y el desafío que plantea la inserción y retribución de jóvenes profesionales. En segundo lugar, examina las variables socio-educacionales que caracterizan los perfiles de quienes se forman. Por último, se hacen algunas reflexiones sobre las posibilidades de inserción profesional y retribución por parte de las y los jóvenes investigadores, formados en Chile o en el extranjero.

Avanzar hacia estándares de países emergentes es un desafío para Chile, lo que exige intervención institucional y humana. A partir de 1990, con el Programa de Formación de Capital Humano Avanzado (PFCHA), se articula una estrategia de desarrollo con importantes avances como la creación del programa Becas Chile. Los indicadores permiten advertir una evolución favorable con un marcado énfasis en el desarrollo científico.

El tema de fondo es cómo el conocimiento se transforma en valor económico y social. La agenda transformadora que Chile está asumiendo requiere contar con un programa de becas. Es claro, en las reflexiones de Rodrigo Torres, que parte de ese diseño de especialización estratégica

debe centrarse en la reinserción laboral, donde el mundo científico y de la sociedad civil deben aportar sus visiones. Este es un ámbito donde la Política Exterior puede ser activa, abriendo espacios para optimizar sectores estratégicos y capturar recursos especializados en áreas de mayor vulnerabilidad para los intereses de Chile.

La Dra. Andrea Rodríguez, Pablo Catalán y Marcela Angulo analizan las capacidades de las universidades chilenas desde una dimensión territorial. El articulo hace ver que la creación de conocimiento y la formación universitaria en pre y postgrado es correlacional con una realidad, donde la Región Metropolitana tiene una gran incidencia en los esquemas de ciencia, conocimiento, tecnología e innovación.

Luego de la instalación de la nueva institucionalidad de ciencia y tecnología, las macrozonas buscan no solamente ser representativas de regiones cercanas geográficamente, sino también incorporar las capacidades de investigación y desarrollo existentes en ellas. Crear conocimiento y formar talento exige estrategias que integren las competencias y gestión de cada institución con los medios habilitantes regionales.

Las autoras y autores afirman que los intereses de internacionalización involucran principalmente la cooperación en investigación y la movilidad de estudiantes y académicos. En definitiva, este articulo efectúa un análisis de la situación actual, mirando el desafío de una acción territorial, con proyección global en un escenario caracterizado por una concentración de la Región Metropolitana.

Aquí, sugieren que el aporte desde los territorios es clave al hacer ciencia en un país que aspira al desarrollo sostenible. Ello exige la creación de nuevas oportunidades, a través de una colaboración estratégica academia-industria. El desafío que plantean es una descentralización orientada a generar estructuras y capacidades territoriales que aporten al desarrollo del país.

La visión contenida en estas reflexiones abre espacios de coordinación con la política exterior, donde deben introducirse actores innovadores en la forma de hacer diplomacia científica. Se identifican algunas áreas prioritarias en que convendría pensar, en orden a buscar acciones e instrumentos habilitantes.

- El CHA, como dimensión estratégica para el CTCI local.
- La intensificación de la inversión en I+D+i, orientada al desarrollo regional.
- El fomento a la innovación empresarial: políticas públicas para incentivar productos y servicios innovadores, además de estrategias de atracción de inversiones intensivas en CTCI.

Definir una pauta de trabajo puede contribuir a que la diplomacia sea un agente efectivo de la mirada macrozonal, lo cual debe ir más allá de una simple facilitación: esto es, una nueva forma de hacer diplomacia.

En el artículo sobre "Internacionalización en Universidades Chilenas: un proceso en construcción" académicas y académicos de diferentes centros de estudio superiores introducen los ejes de un proceso de internacionalización vinculado al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH). Lo interesante es cómo esta actividad se ha ido relacionando a la Política Exterior, atendiendo el criterio de países afines ("like-minded") y también la dimensión regional, donde América Latina y el Caribe tienen una prioridad. Ciertamente, ello también incluye el principio de la transregionalidad.

La diplomacia y, especialmente, la científica puede dar un apoyo activo para la internacionalización a través de diversos instrumentos y acciones habilitantes como convenios de colaboración, movilidad para formar una masa crítica de CHA, publicaciones indexadas y acciones que recogen una experiencia acumulada.

Transitar desde una cooperación científica hacia la diplomacia científica, es una idea sugerida en este artículo para afirmar que, si bien no es un concepto utilizado por la educación superior en Chile, los contenidos y objetivos responden a ello y a la búsqueda de un posicionamiento internacional de la ciencia y la investigación del país. Las universidades del CRUCH han aportado como actores clave al "soft power" de la diplomacia científica promoviendo espacios de creación, difusión e intercambio de conocimiento, fortaleciendo las relaciones a nivel nacional, transnacional y global.

El Ministerio de Relaciones Exteriores, a través de su División de Ciencias, Energía, Educación, Innovación y Astronomía, colabora con los proyectos de Internacionalización de las Universidades Chilenas. Concretamente, la red de misiones diplomáticas de Chile en el exterior y de Divisiones Temáticas son parte de los esfuerzos para el posicionamiento de las Universidades chilenas en las redes mundiales de I+D+i. Ello también se expresa a nivel de formación técnica, superior y profesional, lo que representa un complemento fundamental para la innovación.

La experiencia de la red de observatorios astrocientíficos, la investigación colaborativa antártica y la investigación de frontera con impacto internacional, como la generación de un tratamiento para enfrentar el COVID-19 con anticuerpos de alpaca, muestran amplios ámbitos de cooperación científica y de definiciones estratégicas en beneficio de la ciencia internacional.

El articulo concluye señalando que, a pesar de que el proceso de Internacionalización de la Universidades chilenas tiene un desarrollo dispar en el territorio nacional, sus beneficios son evidentes. Este es, claramente, un aporte a la formación de ciudadanos con competencias globales incorporando al medio local, en las esferas del conocimiento internacional. Esto

contribuye a lo que ellos denominan como el "cuidado de la casa común": desafíos permanentes en los cuales la diplomacia científica y la Política Exterior son referentes activos de una visión estratégica para Chile.

La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, en un artículo relativo a las diferentes dimensiones para impulsar la consolidación de un sistema de formación de capital humano avanzado, en el contexto de la nueva Estrategia de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, califican este tema como una pieza central del proyecto-país actual. Allí, la CTCI es fundamental para la generación de un nuevo modelo de desarrollo.

El sistema de formación de CHA con apoyo estatal integra este esquema, donde la CTCI es fundamental para generar valor público. Se hace ver que estamos en un momento transformador en el cual es necesario responder a las demandas ciudadanas, lo cual exige democratizar el acceso al conocimiento, abrir oportunidades y promover sinergias, sustentadas en el CHA.

Este artículo explica el alcance de la decisión del Consejo Nacional de CTCI, que preparó la Estrategia Nacional homónima dentro de la nueva institucionalidad científico-tecnológica, incorporando una visión de la sociedad del conocimiento dentro del desarrollo integral de Chile. La Estrategia aborda, entre otros temas relevantes, la generación de masas criticas de personas y la puesta en valor de los territorios regionales, buscando siempre un sistema solvente y legitimado, social y políticamente.

En este contexto, se abordan los diversos instrumentos para la formación de CHA, enfocándose en el programa Becas Chile, en particular, los aspectos institucionales y la consideración de recomendaciones de política pública efectuadas por la OCDE, para amplificar la tasa de habitantes con doctorado y efectuar los necesarios arreglos institucionalidad. Es interesante también mirar lo que plantean en torno a los procesos de gestión, a los sistemas de selección objetivos, transparentes y trazables, y a la inclusión y entrega de beneficios.

Se hace también referencia a la inserción laboral, que es comentada en otra colaboración de esta separata. En definitiva, el espacio que la nueva Estrategia ha ofrecido para abordar estos temas evidencia la creciente dimensión internacional y posibles campos de acción para la diplomacia. Esta puede contribuir a nuestra matriz de desarrollo, para reflejar una soberanía científica y tecnológica, desde una concepción amplia, incluyendo las ciencias sociales, las artes y las humanidades.

En las acciones de relacionamiento y de posicionamiento internacional, la diplomacia participa en áreas como la generación de convenios de colaboración, la vinculación con la comunidad científica internacional, así como también con redes de científicos chilenos en el extranjero, que

pueden hacer aportes a las comunidades académicas y en sectores de prioridad nacional.

Es claro entonces que la acción coordinada, con una visión de país, es fundamental en este ámbito. Esa es precisamente la orientación del trabajo de DECYTI y de otras direcciones temáticas de la Cancillería que, junto a otras instituciones, nacionales y globales, participan en el proceso de internacionalización de la educación, bajo diversas modalidades, en espacios como los Foros Binacionales.

Más allá de la forma que asuma la relación entre ciencia y diplomacia, el CHA es una herramienta habilitante para una activa cooperación que estimule un posicionamiento de Chile en las redes del conocimiento y formación, incorporando nuestras prioridades y requerimientos. Para la Academia Diplomática, introducir esta visión, como parte de nuestros intereses societales, es un elemento central del nuevo ciclo de política exterior y de renovadas formas de hacer diplomacia.

Impulsando la formación de capital humano en Chile: Gobernanza, internacionalización e implementación de la estrategia de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo.

Introducción.

El capital humano es la piedra angular para la implementación de un proyecto país en torno a la ciencia, tecnología, conocimiento y la innovación (CTCI) que permita la generación de un nuevo modelo de desarrollo. En el ámbito del ecosistema CTCI corresponde a un eslabón inicial directamente relacionado con el fortalecimiento de la sociedad del conocimiento y que, de manera directa, habilita las etapas siguientes del ecosistema como la investigación y su posterior aplicación para la generación de beneficios ya sean públicos o privados. En el largo plazo, la CTCI tiene el potencial de impactar los ámbitos político, económico y social de Chile, moviendo la frontera de oportunidades de nuestro país hacia nuevos horizontes.

El sistema de formación del capital humano con apoyo estatal, considerando la diversidad de disciplinas de estudio que se financian mediante becas, tiene la particularidad de ser el engranaje principal y transversal a los sectores académicos, público y productivo. Transformar a Chile en una sociedad del conocimiento requiere de un esfuerzo mancomunado de al menos estos tres sectores, cuyo trabajo sinérgico articulado desde el Estado puede permitir la generación de nuevos saberes desde la academia y la posterior transformación de este en beneficios públicos, privados y/o sociales por parte del sector productivo. Los tres sectores son parte del diagnóstico y la solución. Para la implementación de este desafío societario es importante impulsar la formación de capital humano como elemento central, promoviendo además el crecimiento, el desarrollo y sobre todo el bienestar de la población, a través del conocimiento en ciencias, ingeniería, humanidades, no dejando de considerar el aporte de los agentes del ecosistema cultural.

En este momento nos encontramos ante un panorama de interesantes desafíos. Las demandas ciudadanas exigen un cambio en las bases del sistema, así como un diseño de país más inclusivo. Se requiere democratizar el acceso al conocimiento, las oportunidades, y en este contexto es importante reflexionar acerca de los mecanismos mediante los cuales se genera valor público a través del impulso en la formación de capital humano. En primer lugar, se destaca que el desafío actual en las sociedades modernas se relaciona con desarrollar la capacidad institucional de trabajar colaborativamente

para la construcción de una visión y plan de acción común que permita resolver problemas públicos complejos, considerando la diversidad de disciplinas, actores y sectores (Zurbriggen & Gonzalez, 2014, pág. 329. En este sentido, nos enfrentarnos a un desafío complejo, diverso y dinámico, por lo tanto, es indispensable incorporar una mirada amplia y transversal.

Recientemente, en junio de 2022 el Consejo Nacional CTCI publicó la estrategia nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación. Esta acción corresponde a un hito de gran relevancia para el ecosistema nacional CTCI puesto que es la primera estrategia elaborada dentro la nueva institucionalidad, la cual plantea la siguiente visión *"Chile, un país que genera desarrollo y bienestar de manera sostenible e integral, basado en una Sociedad del Conocimiento"*, que busca relacionar el desarrollo de Chile con el fortalecimiento de una sociedad del conocimiento, favoreciendo el bienestar de sus habitantes, creando valor de manera sostenible (Consejo Nacional CTCI, 2022, pág. 22). Esta estrategia aborda variadas temáticas entre las que se destaca la importancia fundamental de la creación de valor público en torno a la CTCI, fortalecer el ecosistema CTCI, generación de masas críticas de personas (capital humano) con las competencias para desempeñarse en el ecosistema, fortalecer capacidades y apoyar la puesta en valor de los territorios regionales y la importancia crítica de la conexión CTCI con la sociedad y sus desafíos, para así disponer de un sistema apreciado por la ciudadanía y que se encuentre legitimado social y políticamente.

En el ámbito de los desafíos y relacionado con la conexión con el mundo, la formación de capital humano aportaría a través de la diplomacia científica o la ciencia para la diplomacia, fortaleciendo la cooperación internacional. Este interesante desafío aporta al logro de masas críticas y posiciona a Chile en el ámbito internacional. Además, tiene el potencial de permitir el desarrollo de profesionales que mueven las fronteras del conocimiento en sus respectivos campos de especialización, el establecimiento de vínculos que se generan por la simple movilidad del capital humano y el tejido de redes que se constituyen, permitiendo el despliegue de la estrategia.

En el presente documento se abordan las reflexiones en torno a los desafíos mediante los cuales la Subdirección de Capital Humano de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), puede generar valor público, en línea con la nueva estrategia CTCI y el nuevo modelo de Desarrollo para Chile, a través de un tipo de gobernanza del capital humano que considera como parte esencial la labor de la diplomacia. Cabe destacar que este es un tema que tiene una creciente intervención en las relaciones internacionales, donde la diplomacia debe contribuir, de manera efectiva, para responder a nuestra matriz de desarrollo, que refleje una soberanía científico-tecnológica, de las ciencias sociales, artes y humanidades, buscando siempre considerando el bienestar de las personas y el posicionamiento internacional de Chile.

El Sistema de Formación de Capital Humano en Chile

En primer lugar, para construir el futuro es relevante comprender el pasado y el presente del sistema de formación de capital humano. En Chile, la administración de este sistema reside principalmente en la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y es ejecutado por la Subdirección de Capital Humano (SCH). Se debe destacar que tanto la creación de la Agencia como la SCH representan esfuerzos recientes y transformadores para implementar una nueva institucionalidad que permita que los conocimientos, la ciencia y la tecnología permee en la sociedad y genere los ciclos virtuosos que aporten al desarrollo del país. En esta línea, los últimos años han sido de carácter fundacional. Como parte de los hitos más relevantes se menciona que 2018 se crea el nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI); en enero de 2020 nace la ANID, que además es la continuadora legal de la ex CONICYT; y en enero de 2021 nace la Subdirección de Capital Humano, que es la continuadora del ex Programa Formación de Capital Humano Avanzado.

Históricamente, la gestión del capital humano se ha enfocado en el otorgamiento de becas de postgrado para cursar magíster o doctorados, investigaciones postdoctorales, además de otras becas de especialización y apoyo complementario, tanto en Chile como en el extranjero. Como dato de contexto se puede mencionar que el sistema inicia operaciones en el año 1981 mediante la creación de la Beca Presidente de la República. Posteriormente, en el año 1988 se crean las becas administradas por CONICYT. Ambas acciones fueron ejecutadas en paralelo como esfuerzos iniciales y con recursos escasos; no obstante el mayor impulso sucede como consecuencia de las recomendaciones emanadas desde la OCDE, centradas en aumentar la proporción de habitantes con grado de doctorado en Chile (dado el fuerte rezago del país en comparación al resto de la OCDE) y fortalecer la institucionalidad en torno a la formación de capital humano avanzado (OCDE & Banco Mundial, 2011) durante el año 2008, momento en el cual se lanza el programa Becas Chile para que chilenos y chilenas de excelencia académica puedan tener la oportunidad de acceder a becas de postgrado en las mejores universidades y centros del mundo.

Este lanzamiento implicó un aumento considerable en el presupuesto público para impulsar la formación de capital humano y, además, reformuló el sistema y el modelo de asignación de becas. Entre sus principales atributos se destaca la implementación de los comités de evaluación, cuerpo colegiado compuesto por académicos de prestigio y reconocidos en sus áreas de estudios, quienes, a través de un mecanismo de evaluación de postulaciones por pares expertos, maximizan la imparcialidad y asignación de becas en base al mérito académico y profesional de los postulantes. Este mecanismo se replicó en el programa de becas nacionales de postgrado el año 2010 y, con la puesta en marcha de ambos sistemas de financiamiento para estudios de postgrado en Chile y el extranjero, junto con un incremento significativo en el presupuesto y cantidad de becas, el sistema de formación de capital humano generó valor público y

aportó a la sociedad en los términos actualmente vigentes.

Mediante los distintos instrumentos que a lo largo de la historia han formado parte del sistema de formación de capital humano, entre los años 1988 al 2020 se llevaron a cabo más de 36.800 becas de postgrado, entre las cuales casi 15.000 fueron cursadas en el extranjero (cerca del 41%) y 21.000 en Chile, apoyando de esta manera la formación de talento nacional. Cabe destacar que del 41% señalado, los principales destinos escogidos en el extranjero son (1) Reino Unido, (2) Estados Unidos y (3) España. En la siguiente figura se muestra un mapa con la distribución histórica de nuestros becarios en Chile y el mundo.

Figura 1: Distribución histórica de becarios en Chile y el mundo. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, en el periodo entre 1988 y 2020, que corresponde a la administración de los esquemas de asignación de becas por parte de CONICYT, esta reflexión ha querido relevar tres ámbitos en los cuales la expresión de logros y beneficios es más visible.

En primer lugar, los instrumentos públicos de asignación de becas han contemplado amplios beneficios que permiten que las personas con talento e interés accedan a las becas de postgrado a través de un financiamiento completo (manutención y arancel). La estabilidad económica que se entrega a los beneficiarios les permite realizar sus estudios con dedicación exclusiva, lo que facilita el término exitoso del programa de estudios[1].

1 Los beneficios asociados a las becas nacionales y en el extranjero se pueden consultar en el Decreto 335 de 2010 y el Decreto 664 de 2008 y sus modificaciones, ambos del Ministerio de educación.

En segundo lugar, según la encuesta desarrollada por el Ministerio CTCI, que busca realizar una identificación y seguimiento de las trayectorias laborales y profesionales de los doctorados en Chile, se evidencia el importante crecimiento en la cantidad de personas con grado de doctor en Chile, pasando de 7.600 en 2011 a más de 18.000 en 2019. Del mismo modo, en el período 1988-2020 un total de 18.117 personas obtuvieron su postgrado financiado mediante el sistema de formación de capital humano avanzado estatal. Del mismo modo, las tasas de graduación, en términos comparativos con países de LATAM son exitosas en términos de plazos en obtención el postgrado y su culminación.

Por último, si bien la inserción de las becarias y becarios no ha sido parte del sistema de formación de capital humano avanzado durante el período descrito, según un estudio realizado el 2018 por el ex Programa de Formación de Capital Humano Avanzado, el 92,2% de quienes cuentan con grado de doctor en Chile se encuentran trabajando y un 3,9% continuando estudios.

Los desafíos para impulsar la formación de capital humano avanzado.

Como parte del impulso a la formación de capital humano, esta reflexión ha identificado los siguientes desafíos para la creación de valor público, en línea con la Estrategia Nacional de CTCI. En primer lugar, es clave fortalecer el ecosistema nacional de CTCI mediante un impulso a la formación de capital humano pues, si bien la formación de capital humano ha sido el foco histórico de la política pública, su importancia sigue siendo vital. A través de un modelo de gobernanza del capital humano se pueden abordar y legitimar las siguientes definiciones.

Financiamiento en todas las áreas del conocimiento incluyendo focalización en áreas clave para abordar los nuevos desafíos sociales. La estrategia CTCI reconoce la importancia de todas las áreas del conocimiento. Dado que existen formas de interacción compleja dentro de la sociedad se reconoce el rol crucial que cumplen las ciencias sociales, las artes y las humanidades en la reflexión, la deliberación política, que permita impulsar un desarrollo balanceado (Consejo Nacional CTCI, 2022, pág. 27.

Cabe destacar que de manera histórica se han financiado becas abordando el amplio abanico de las áreas del conocimiento y este elemento se debe mantener y coexistir con una focalización de un porcentaje del financiamiento. La focalización es importante para abordar los nuevos desafíos sociales siempre considerando un enfoque interdisciplinario dada la naturaleza compleja, dinámica y multifactoriales de las problemáticas actuales.

Chile requiere del establecimiento de áreas prioritarias para el desarrollo que deben responder a necesidades transversales del país o locales de los territorios y que se alineen con el despliegue de largo plazo de las becas. Si bien se han generado iniciativas para entregar becas focalizadas en áreas de conocimiento como Recursos Hídricos, Resiliencia ante Desastres de Origen Natural y Transformación Digital es importante que un porcentaje cuente con criterios de

focalización, que permita desarrollar el ecosistema nacional, así como ser partícipes de un mundo interconectado.

Actualización de los mecanismos de retribución. Dado que es importante que exista sinergia entre el capital humano formado y lo que necesita la sociedad para abordar los nuevos desafíos, se hace necesario abrir los mecanismos de retribución de las becas. En el caso de las becas en el extranjero, en la actualidad estas consideran como retribución "permanecer en Chile el doble del tiempo de la duración de la beca", mediante lo cual no necesariamente se está abordando un desafío social, ni se está considerando la sociedad globalizada y la vinculación internacional de las redes científicas y del conocimiento. Se deben explorar nuevos mecanismos que contemplen el rol profesional del capital humano formado en un contexto nacional y como parte de un mundo interconectado, en línea con la nueva estrategia CTCI.

Democratizar el acceso a las becas y conocimiento. En la actualidad el criterio de asignación de becas es en base al mérito académico. Si bien este enfoque ha generado altas tasas de graduación del capital humano formado, se hace necesario incorporar una mirada que permita mejorar los criterios de equidad e inclusión que se aplican en los procesos de postulación, selección y entrega de beneficios a los que acceden los becarios para dar forma a la visión país y dar respuesta a las nuevas demandas ciudadanas. La inclusión enriquece el ecosistema considerando el talento amplio de los integrantes de la sociedad.

Apoyar la oferta nacional de postgrado. Para el desarrollo de una estrategia integral, además de impulsar la demanda de formación de capital humano, es necesario apoyar la oferta nacional de programas de postgrado. Para desarrollar capacidades en las distintas áreas del saber y apoyando los territorios, el sistema se debe complementar con subsidio directo a los programas de postgrado, bajo los criterios definidos en líneas generales en la estrategia (Consejo Nacional CTCI, 2022, pág. 57), lo que permita diversificar las áreas del conocimiento ofrecidas en Chile y fortalecer asimismo áreas prioritarias definidas a través de un modelo de gobernanza participativa.

Cabe destacar que durante el 2022 la Subdirección de Capital Humano lanzará el primer concurso piloto orientado a fortalecer programas de doctorado nacional. En esta línea, cabría considerar un programa específico de atracción de docentes extranjeros de alta calificación para trabajar en formación de capital humano en Chile, el que convendría ser planificado en conjunto entre el Mineduc, ANID, Cancillería y el Servicio Nacional de Migraciones.

Internacionalización. En esta dimensión es fundamental el rol de la diplomacia y el tejido de redes que permita un despliegue de la estrategia. En este contexto se ha buscado fortalecer la cooperación internacional en las siguientes dimensiones:

- En la búsqueda de la generación de valor público, a nivel institucional, promovemos la firma de convenios de

cooperación y acuerdos de trabajo colaborativo, orientados a mejorar las condiciones para los becarios en sus respectivos programas de estudio. De igual forma, incentivamos la realización de proyectos especiales que permitan pilotear nuevos programas. Cabe destacar que durante la última década se ha seguido una estrategia basada en convenios de cooperación con universidades o contrapartes tales como el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) y la Comisión Fulbright de Estados Unidos. En este contexto, tiene especial relevancia aprovechar la extensa red de embajadas chilenas en el exterior en coordinación con Cancillería para concertar nuevas alianzas y asociatividades.

- En la misma línea, ANID ha suscrito un acuerdo con la Organización de Estados Americanos, que permite financiar una instalación en Chile para aquellos extranjeros adjudicatarios de una beca de doctorado nacional. Ello ha permitido profundizar la atracción de talento extranjero mediante la posibilidad de asignación de becas de doctorado en Chile, fomentando así la construcción de redes en el ámbito internacional. Para favorecer su implementación, es necesario realizar un esfuerzo conjunto que incluya también al Servicio Nacional de Migraciones. La idea sería agilizar la tramitación de visados para académicos e investigadores calificados extranjeros.
- Se ha constituido en un espacio donde la red de embajadas, consulados y misiones en el exterior son un soporte importante para los becarios e investigadores chilenos que llegan o se encuentran en los distintos países.
- Los estudiantes en el extranjero pueden incorporarse a las redes de becarios e investigadores que existen en los países con mayor cantidad de estudiantes, como es el caso de Reino Unido, España, Alemania, Estados Unidos, Francia, Australia, y cuentan con el apoyo de embajadas y Cancillería a través de la Dirección de Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación (DECYTI).
- Relacionamiento con la comunidad científica internacional, para avanzar hacia una sociedad del conocimiento mediante la construcción de redes académicas y de intercambio a los futuros becarios nacionales. En este sentido, la realización de encuentros temáticos de becarios, investigadores y académicos chilenos sobre distintos temas relacionados con los desafíos del desarrollo de la región son iniciativas efectivas en la conformación de redes académico-profesionales y, especialmente, para dar a conocer las investigaciones e innovaciones en las cuales se encuentran participando investigadores e investigadoras chilenos.
- Establecer instancias permanentes para la profundizar la cooperación internacional entre las universidades y el sector público. En esta línea, es importante fortalecer el trabajo en el marco de las nuevas tareas

encomendadas a DECYTI en la misión de activar productos asociativos de valor, vinculados a los procesos de internacionalización de la educación, en lo referido a sistema de formación de profesores, sistema de anticipación de las necesidades de educación para la entrada al mercado laboral e Innovación educativa, en coordinación con MINEDUC y el programa de Formación de Capital Humano Avanzado en el exterior (ANID-SCH).

En segundo lugar, adquiere creciente valor la gobernanza participativa para impulsar la formación de capital humano. Este es un desafío pensado para operacionalizar la Estrategia Nacional de CTCI mediante la implementación de un modelo gobernanza del capital humano, que involucre a los actores relevantes de la sociedad, estructurando espacios abiertos y complejos que permitan la co-creación de diagnósticos, soluciones y planes de acción. Mediante esta acción se hace posible alinear los esfuerzos entre el Estado, academia y sector productivo (triple hélice) poniendo la formación de capital humano como elemento clave para abordar los desafíos sociales en el largo plazo.

La relevancia de avanzar en esta dirección se relaciona con la capacidad del Estado para atender las demandas de la sociedad y al mismo tiempo, al hacerla participe de los procesos de diagnóstico y solución, entregarle un rol protagónico que favorezca la innovación social. En este sentido, la co-creación de la política pública de formación de capital humano (y sus mejoras asociadas) tiene el potencial de ser una herramienta fundamental. Los procesos de co-creación representan una nueva forma de gestionar el conocimiento en la sociedad, mediante un diálogo de saberes, haciendo a un lado los enfoques dicotómicos, sacando a relucir la inteligencia social y generando valor público (Zurbriggen & Gonzalez, 2014, pág. 341).

Implementar un modelo de gobernanza participativa requiere múltiples esfuerzos en innovación, movilización de actores y recursos, proponiendo un enfoque deliberativo y participativo que en el largo plazo permita los resultados declarados en la estrategia CTCI. Se destaca que la conexión ecosistema-sociedad es crítica pues permite fortalecer el capital humano a través de una identificación de los desafíos societarios (Consejo Nacional CTCI, 2022, pág. 40).

Por último, insertar el capital humano formado, ya sea en la academia, en el Estado o en el sector productivo, es un desafío que involucra a todos los *stakeholders*, además de ser parte de las soluciones derivadas de los esfuerzos alineados y sinérgicos entre estos tres sectores. Esta es una nueva dimensión de la gestión del capital humano que nace de la necesidad de reforzar las posibilidades de integración efectiva del creciente número de personas, cuyos estudios de postgrado fueron financiados mediante becas, en el mercado laboral.

En la actualidad se administrará el instrumento para la instalación en la academia, bajo esa perspectiva; y se reconoce la importancia de desarrollar nuevos instrumentos que permitan la inserción de capital humano avanzado en el estado y en el sector productivo. Esto implica

desmitificar que las personas con grado de doctor puedan desenvolverse exclusivamente en el sector académico. Asimismo, las instituciones del Estado requieren conocimientos especializados que permitan generar investigación de frontera para resolver temas relevantes de la política pública con una mirada transversal y sustentada en evidencia.

Para lograr los objetivos relacionados a la inserción es clave la interacción y diálogo entre los actores relevantes del ecosistema que faciliten la sinergia entre los programas de formación de capital humano, la investigación y desarrollo y los programas de innovación y emprendimiento, traduciendo de esta forma los esfuerzos complementarios en creación de valor para la sociedad.

Conclusiones

Cabe destacar que el sistema de formación de capital humano puede ser de gran provecho para la comprensión de los problemas de la sociedad en un mundo globalizado y, principalmente, en un contexto latinoamericano. Es importante que permee a los sectores público, académico y productivo para facilitar los ciclos virtuosos y el trabajo mancomunado para enfrentar los nuevos desafíos sociales.

A través de la formación de capital humano en Chile y en el extranjero, además de los esfuerzos diplomáticos, se debe avanzar en la construcción de redes que permitan la sinergia entre los sectores antes señalados, abordando desafíos cuyos logros sean de interés común a la región y que permitan avanzar en la generación de valor público.

La estrategia de CTCI planteada establece los lineamientos generales para catalizar el cumplimiento de la visión. No obstante, para su logro es indispensable instalar capacidades institucionales mínimas. Si bien esto es una materia de discusión amplia, se reconoce que se requiere el despliegue de un liderazgo transformacional aplicado a los procesos del sector público, posibilitando procesos de aprendizaje y desarrollo humano, que permitan que los resultados deseados en el largo plazo sean alcanzados de manera efectiva, posibilitando así el mejor actuar del talento humano al interior de esta Subdirección (Cabrera, 2014, pág. 104).

Cabe destacar que para implementar un modelo de gobernanza del capital humano es indispensable instalar la capacidad estatal de articular a los actores asociados provenientes no solo del mundo público, académico y productivo, sino también de la comunidad. En este sentido, se debe analizar cómo crear la institucionalidad que considere (1) la capacidad organizacional que permita los recursos necesarios para el logro de las metas, (2) capacidad presupuestaria, (3) capacidad de alcance, que permita llegar al público objetivo a lo largo del territorio y las regiones y, por último, (4) la capacidad política que permita la construcción de conocimiento (Chudnovsky, Gonzalez, Hallak, Sidders, & Tommasi, 2018, pág. 84).

La publicación de la estrategia de CTCI marca un hito relevante en el rumbo que seguirá el ecosistema de ciencia durante los siguientes años. Tiene la particularidad de ser la primera estrategia dentro de la nueva institucionalidad y de abrir las puertas para avanzar en la construcción de una sociedad

del conocimiento en una estrecha vinculación con las necesidades de la sociedad y, de esta manera, crear valor público. Al amparo de estos lineamientos generales, el sistema de formación de capital humano juega un rol fundamental en la construcción de una sociedad del conocimiento. Es importante que logre permear este capital, además del sector académico, los sectores productivos y el Estado, de manera de lograr los ciclos virtuosos que permitan la generación de conocimiento y su posterior transformación en un mayor bienestar de la sociedad.

En este sentido, la generación de redes formales e informales que permitan la sinergia en un contexto tanto nacional como internacional es indispensable. Se destaca el importante rol de la diplomacia en la construcción de redes en los ámbitos formales que permitan alinear la estrategia de formación de capital humano con los desafíos locales de nuestra sociedad. Asimismo, es relevante la consideración de los desafíos que se puedan abordar acorde a los intereses en América Latina y a nivel global.

Adicionalmente, se destaca como aspecto vital la necesidad de avanzar en la conformación de un modelo de gobernanza del capital humano que permita alinear las necesidades de la sociedad en lo que respecta al capital humano y sobre este elemento clave promover la innovación pública, mediante modelos de co-creación y mejoras de la política pública.

Establecer una sociedad del conocimiento es un desafío de todos y se requiere de la sinergia entre los tres sectores para su logro, posibilitando así que, mediante la generación de valor público, en un futuro se puedan alcanzar los ideales que como sociedad se deseen construir, logrando alcanzar la oportunidad que como país durante siglos hemos esperado en la fila de la historia. Un nuevo ciclo de política exterior debe asumir estas realidades y apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) incorpore a la formación de capital humano en sus programas, mostrando así el valor de la relación entre ciencia, sociedad y diplomacia.

El financiamiento para becas de estudios de postgrado corresponde al subsidio público más alto que el Estado chileno entrega a una persona. Según datos administrados por la Subdirección de Capital Humano de la ANID, un alumno que cursa un doctorado en el país recibe en promedio $38 millones durante todos sus estudios, mientras que los beneficiarios del instrumento Becas Chile, para cursar estudios de postgrado en el extranjero, reciben en promedio unos $80 millones. Estos altos montos, junto con el impacto multisectorial, multidisciplinario, multirregional, transversal, entre otros, de la Subdirección de Capital Humano, hacen necesario fortalecer la legitimidad del proceso de asignación de becas, velando por un sistema que tenga la capacidad de escuchar las voces de los distintos actores relacionados.

Bibliografía

- Zurbriggen, C., & Gonzalez, M. (2014). Innovación y co-creación: nuevos desafíos para las políticas públicas. Revista de Gestión Pública, III(2), 329-361.
- Moore, M. (2016). Creando y reconociendo el valor público.
- Cabrera, D. (2014). Liderazgo en el sector público: una revisión de la literatura. Suma de Negocios, 5(11), 96-107.
- Consejo Nacional CTCI. (2022). Estrategia nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para el desarrollo de Chile 2022.
- Registro ocupacional de graduados. (2019). Obtenido de CONICYT: https://acortar.link/AYuteb
- Ministerio CTCI, & Datavoz. (2021). Encuesta trayectoria de profesionales con grado de doctor en Chile, año de referencia 2019, resultados.
- OCDE, & Banco Mundial. (2011). Revisión de Políticas Nacionales de Educación: Programa Becas Chile.
- Chudnovsky, Gonzalez, Hallak, Sidders, & Tommasi. (2018). Construcción de capacidades estatales: un análisis de políticas de promoción del diseño en Argentina. Gestión y Política Pública, XXVII(1), 79-110.
- Ministerio CTCI. (2021). Plan de Desarrollo de Talentos.

Internacionalización en universidades chilenas: Un proceso en construcción[2]

Rosario Díaz Domínguez[1], Paulina Latorre Bahamondez[2], Sergio Leiva Poveda[3], Fernando Olmos Galleguillos[4], Anoek van den Berg[5] y Natalia Vargas Palacios[6].

Introducción.

De acuerdo a de Wit et al. (2015), la internacionalización de la educación superior puede definirse como "el proceso intencional de integrar una dimensión internacional, intercultural o global en los propósitos, funciones y entrega de la educación terciaria, con el fin de mejorar la calidad de la educación y la investigación para todos los estudiantes, académicos y funcionarios de una institución, con el fin de hacer una contribución significativa a la sociedad".

Si bien esta es una definición desde la literatura especializada, la evidencia desde las universidades chilenas demuestra que tanto la practica como la realidad local de este proceso es mucho más complejo y trasciende a esta conceptualización. Diversos especialistas reconocen que la internacionalización debe también considerar las diferencias existentes entre los países y las diversas regiones del mundo, ya que las prioridades, beneficios y riesgos difieren entre el norte y el sur global (Klemenčič, 2017; Stein, 2017). Además, se deben considerar las diferencias económicas, sociales, históricas y epistemológicas de las instituciones, así como también del contexto interno y externo de las instituciones (Klemenčič, 2017). Por tanto, la internacionalización debe ser tomada en cuenta como un fenómeno que se adapta a una realidad y entorno diverso.

De igual forma, tanto la presente coyuntura sanitaria como la actual emergencia climática han también puesto de relieve la importancia de la cooperación internacional y, en particular, la contribución significativa que pueden hacer las Instituciones de Educación Superior (IES) para la restauración de las economías y de las sociedades en el mundo. Si bien existen diversas razones[3] que motivan a las IES a internacionalizarse, la posibilidad de integrar redes internacionales especializadas para aportar a la resolución

[2]Afiliaciones institucionales de las autoras y de los autores:
1: Universidad de los Andes, Chile
2: Universidad de La Frontera, Chile
3: Universidad Austral de Chile
4: Universidad de Santiago de Chile
5: Universidad Diego Portales, Chile
6: Universidad Mayor, Chile

[3]1. Mejorar la calidad de su quehacer, por ejemplo: programas académicos, docencia, gestión, investigación y vinculación con el medio; 2. Formar a ciudadanos y profesionales con una dimensión global e intercultural, capaces de valorar la diversidad étnica y cultural; 3. Integrar una red internacional de conocimiento para aportar a la resolución de problemáticas globales y fortalecer la calidad y pertinencia de la investigación; 4. Posicionar a la institución internacionalmente, logrando reconocimiento y visibilidad; 5. Mejorar el posicionamiento en rankings internacionales; 6. Fortalecer y posicionar los programas de posgrado mediante su vinculación internacional estratégica; y, 7. Tener mayor acceso a fondos de financiamiento extranjeros.

de problemas globales es un incentivo concreto de este proceso.

El presente texto busca introducir los principales ejes del proceso de internacionalización en las diversas universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de Universidades Chilenas (CRUCH). Este es un proceso donde la política exterior y la acción de la diplomacia chilena se han constituido en un coadyuvante para su inserción y articulación con el medio internacional y contribuir a sus comunidades internas y externas.

En particular, se busca asociar la actividad de internacionalización de las universidades con perspectivas de la Política Exterior, orientada hacia países afines, pero también con prioridad en la región. De esta manera las Universidades pueden participar de manera más permanente en iniciativas internacionales de la Cancillería y beneficiarse del apoyo de un trabajo coordinado con una diplomacia activa.

Internacionalización del Sistema de educación terciario en Chile

El sistema de educación terciario en Chile está conformado por un total de 148 instituciones, divididas en 59 universidades (18 estatales, 41 privadas), 38 institutos profesionales y 51 centros de formación técnica. Los principales organismos de universidades chilenas son el Consejo de Rectores de Universidades Chilenas (CRUCH)[4], el Consorcio de Universidades del Estado de Chile (CUECH)[5] y la Red de Universidades Públicas no estatales G9[6].

La educación superior en Chile ha experimentado un aumento significativo de aproximadamente 249.482 estudiantes en 1990 a 452.325 en 2017 (González et al., 2020). Para el año 2021, los números de matrícula aumentaron a 1.204.414, las cuales se dividen en 57.4% para las universidades, 31,4% para el sector vocacional y 11,2% para el sector técnico[7].

Las primeras acciones de internacionalización en Chile se remontan a la década del cincuenta, enfocadas en la movilidad internacional para especializar académicos (Kaluf, 2014). Sin embargo, el proceso de internacionalización de la Educación Superior en Chile se desató de manera más activa a partir de los años 90, sobre todo gracias a los Programas de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior (MECESUP). Estos marcaron un punto de inflexión fomentando la firma de convenios interinstitucionales, la movilidad de académicos, la incorporación de prácticas internacionales en el currículum, dobles titulaciones y la movilidad de estudiantes

[4] El CRUCH fue constituido en 1954, y en la actualidad lo conforman 30 universidades estatales (CUECH), públicas no estatales (G9) y privadas de gran trayectoria. Nace con el objetivo de coordinar la labor universitaria del país.

[5] El CUECH fue conformado el año 1993 y la integran 18 universidades estatales presentes en todas las regiones geográficas del país. Fue creada con el objetivo de crear, comunicar y mantener el conocimiento adquirido por la sociedad en el tiempo, mediante la docencia, investigación y vinculación con el entorno.

[6] La Red de Universidades Públicas no Estatales G9 fue creada en 2013 y agrupa a las universidades tradicionales, no estatales, del CRUCH. Su objetivo se centra en el intercambio de buenas prácticas y experiencias exitosas entre instituciones, favorecer la internacionalización de las universidades, favorecer la creación de capital humano avanzado y la investigación en temas prioritarios para el desarrollo del territorio Disponible en: https://redg9.cl/quienes-somos

[7] https://www.mifuturo.cl/informes-de-matricula/ Revisado en julio 2021.

gracias a la implementación de Sistema de Créditos Transferibles (González et al., 2020; Ramírez-Valdivia et al, 2020).

Cabe destacar, además, el rol de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) al direccionar los procesos de internacionalización de las universidades chilenas. Hasta 2020, en el contexto de la acreditación institucional, la CNA evaluaba aspectos relacionados con la internacionalización en la vinculación con el medio, la investigación y en el posgrado[8][9][10].

A diferencia de otros países de la región, Chile no cuenta con una política pública de internacionalización de la educación superior que pueda entregar orientaciones a dicho proceso. Solamente, existen acciones aisladas las cuales muchas veces direccionan la internacionalización en las universidades.

Estructura para la internacionalización de las universidades del CRUCH

De acuerdo a una encuesta realizada en 2020[11] a las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores, para conocer el estado de su proceso de internacionalización, todas las instituciones han avanzado en incorporar, en distinto nivel, algunas acciones y/o estrategias que apuntan a la internacionalización. Un 87% de las Instituciones de Educación Superior (IES) lo consideran dentro del plan estratégico institucional y, por lo demás, un 74% la incluyen dentro de la misión y/o visión de la universidad. Sin embargo, solamente la mitad de las instituciones cuentan con una política de internacionalización que pueda otorgar las orientaciones necesarias para llevar a cabo dicho proceso según los objetivos y proyecciones institucionales.

Adicionalmente, todas las IES del CRUCH han implementado una Oficina encargada de las Relaciones Internacionales (ORI) de la institución, cuyas principales labores se asocian con los procesos de movilidad y establecimiento de convenios. Por lo demás, algunas han diversificado su labor incorporando una unidad de idiomas o programas de intercambio. Cabe destacar que un 48 % de las IES consultadas promociona estrategias de internacionalización del currículum y articula proyectos de investigación internacionales. Esta estructura es consistente con las principales actividades de internacionalización de las IES latinoamericanas, según la encuesta Obiret: Movilidad estudiantil y de académicos, y la

[8] La CNA evaluaba elementos tales como: 1) La existencia de políticas y mecanismos que fomentaran la interacción interinstitucional, la movilidad estudiantil y la participación académica en actividades de carácter internacional. 2) Número de proyectos de investigación con financiamiento y/o respaldo de fondos concursables nacionales o extranjeros; 4) El impacto de la investigación a nivel nacional e internacional 5) Recursos asignados directamente a la actividad de investigación, distinguiendo fuentes externas (nacionales e internacionales) o de la propia institución; 6) La participación en fondos abiertos y competitivos a nivel nacional e internacional. 7) Número de estudiantes con apoyo financiero para realizar pasantías, realizar tesis, etc. en el país y en el extranjero 9) Número de académicos extranjeros visitantes y tesis co-tuteladas con académicos internacionales.

[9] Guía para la autoevaluación interna acreditación institucional, Universidades, CNA (Revisado el 7 de octubre de 2021) https://www.cnachile.cl/SiteAssets/Lists/Acreditacion%20Institucional/AllItems/Gui%CC%81a%20para%20la%20autoevaluacio%CC%81n%20interna%20Universidades.pdf

[10] https://www.cnachile.cl/SiteAssets/Lists/Acreditacion/AllItems/GUIA-PARA-ELABORACION-INFORME-AUTOEVALUACI%C3%93N-DOCTORADO.pdf (Revisado el 7 de octubre de 2021) https://www.cnachile.cl/SiteAssets/Lists/Acreditacion/AllItems/GUIA-PARA-ELABORACION-INFORME-AUTOEVALUACI%C3%93N-MAG%C3%8DSTER.pdf

[11] Esta tuvo una tasa de respuesta de un 76% de las instituciones que integran el CRUCH.

participación en proyectos de cooperación (Gacel-Ávila, 2018).

Sin embargo, para gran parte de las universidades este proceso continúa tratándose como actividades aisladas ya que solo un 52% de las instituciones cuentan con una política de reconocimiento de actividades internacionales para los funcionarios (académicos, investigadores y administrativos) que llevan a cabo acciones que potencian el proceso y un 35% de las instituciones consultadas cuentan con una política de reclutamiento de académicos y profesionales extranjeros los cuales podrían ser claves para promover instancias de internacionalización al interior de las instituciones si se contara con los soportes adecuados.

Recursos institucionales para la internacionalización de las universidades del CRUCH

La totalidad de universidades bajo el estudio cuentan con recursos internos para financiar sus actividades de internacionalización: gran parte de los recursos institucionales para el proceso de internacionalización se vinculan a la movilidad entrante y saliente de estudiantes, a la movilidad de académicos y a las acciones de internacionalización en casa.

Un 50 % realiza actividades para generar ingresos propios tales como el reclutamiento de estudiantes extranjeros para participar de programas de enseñanza de español o cursos con fines especiales[12]. Si bien un 48 % de las ORI financian proyectos y acciones de internacionalización en casa, más de la mitad de los recursos de ellas se destinan a financiar la movilidad de académicos, estudiantes y administrativos.

Los procesos de movilidad estudiantil son financiados por una combinación de becas internas de las universidades, fondos de organismos externos y recursos propios de los estudiantes. Sumado a la falta de recursos económicos, las principales barreras para la movilidad estudiantil son la falta de manejo de un segundo idioma y la poca flexibilidad del currículum. De acuerdo a datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), para 2017, la posibilidad de que un estudiante chileno realice un intercambio estudiantil es solo 0,6 %. Por tanto, los esfuerzos realizados por las IES para financiar la movilidad son relevantes.

Los resultados de ese estudio no mencionan fondos destinados al financiamiento de actividades de investigación, ni de vinculación con el medio, de carácter internacional, intercultural y/o global. Tampoco se refieren a recursos económicos destinados a la promoción y/o posicionamiento internacional de la institución. Estos son ámbitos que pueden constituir oportunidades para un trabajo coordinado con la política exterior.

Convenios: el primer paso hacia la internacionalización.

Los convenios e intercambios se vinculan tradicionalmente con la internacionalización:

[12] Un ejemplo destacable es aquel de la Universidad Católica del Norte con su programa Atacama Immersion Chile (http://www.atacamaimmersion.com)

un 95% de las IES bajo estudio realizan acciones vinculadas a gestión de convenios marco, de posgrado, investigación y/o movilidad con organismos y/o universidades nacionales y extranjeras. En promedio, un 59% de convenios mantiene actividades permanentes: intercambios estudiantiles e investigación, movilidad académica, conferencias, publicaciones y clases magistrales. En menor escala, se realizan cursos de colaboración online COIL[13] y movilidad administrativa. Se observa, además, una migración paulatina hacia actividades que fortalezcan la colaboración estratégica: programas de doble titulación, cotutela de tesis, proyectos y publicaciones conjuntas.

De acuerdo a Guri-Rosenblit (1999), un alto porcentaje de instituciones de educación superior busca ampliar sus estrategias de internacionalización y establecer acuerdos de colaboración que les permita definirse como instituciones globales y posicionarse mejor internacionalmente logrando mayor visibilidad. Por lo anterior, para las instituciones es de gran importancia aumentar sus acuerdos de colaboración, ya que cuando dichas colaboraciones son exitosas, contribuyen, entre otros ámbitos, a asegurar el bienestar financiero de las universidades (Op.cit.).

Con respecto a las regiones estratégicas con las que se vinculan las universidades del CRUCH, Europa ocupa el primer lugar de preferencia, seguido por América anglosajona y, en tercer lugar, América Latina. De acuerdo a las recomendaciones de la OCDE, las instituciones de educación superior de Chile podrían establecer vínculos estratégicos en su misma región, lo que favorecería el desarrollo de la región y beneficiaría a las instituciones (OCDE, 2017).

Internacionalización de la docencia e internacionalización en casa

En lo que respecta a los procesos de internacionalización, los resultados indican que la movilidad en las IES del CRUCH sigue siendo la actividad mayoritaria, seguida por actividades curriculares relacionadas con una segunda lengua, programas con doble titulación, actividades orientadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y actividades extracurriculares. Cabe destacar que un 65% de las instituciones consideran la internacionalización como parte de su modelo educativo y un 52% de ellas incorporan la internacionalización en el perfil de egreso de los estudiantes.

Hans de Wit, educador neerlandés que ha investigado en profundidad la Internacionalización de la Educación Superior, detalla que "la movilidad se volvió uno más de los instrumentos y elementos de la internacionalización. Bajo el ímpetu del movimiento de la *Internacionalización en casa,* la atención se ha enfocado más en la internacionalización del plan de estudios y en el proceso de enseñanza y aprendizaje: cómo podemos preparar a nuestros estudiantes –nacionales o extranjeros– para una vida y carrera futura en una sociedad y economía del conocimiento crecientemente interconectada" (de Wit, 2012).

[13] De la sigla en inglés, *Collaborative Online International Learning.*

Debido a que los principales esfuerzos de la internacionalización se centran en la movilidad, -la cual presenta tasas bastante bajas (0,68% de la tasa total de matrícula)- y que las acciones de internacionalización en la docencia siguen siendo acciones aisladas, se refuerza la necesidad de implementar una estrategia de internacionalización en casa, cuyo objetivo debe ser "integrar de manera intencional una dimensión internacional e intercultural dentro del currículo formal e informal de todos los estudiantes locales" (Beelen y Jones, 2015) y de la comunidad universitaria y extenderse al entorno donde se encuentran insertas las instituciones.

En ese sentido es relevante que las Instituciones de Educación Superior actúen como puente entre agendas de desarrollo local, nacional e internacional y sirvan de nexo entre diversos actores locales, nacionales e internacionales para la discusión de temáticas con pertinencia internacional. Es relevante también que sirvan de apoyo en la formación intercultural de las personas y comunidades del entorno, aporten a la transferencia de conocimientos, intercambio de buenas prácticas y resolución de problemáticas de diversa índole.

De esta manera, se podrá también influir positivamente en las vidas de los y las estudiantes en formación, así como en sus futuras capacidades de inserción en mercados laborales exigentes y exigidos, que surge de la preocupación por la docencia y su vínculo con la internacionalización, comenzando a aparecer en los planes estratégicos institucionales universitarios. De hecho, esta área ya es atendida por la Comisión de Internacionalización del CRUCH –integrada por directores/as de Relaciones Internacionales de las treinta universidades de la red- que han manifestado un alto interés en profundizar y avanzar en capacitación de académicos/as y profesionales claves en cuanto a internacionalización del currículum y a la definición de redes prioritarias para estos propósitos.

En esa perspectiva, la Cancillería, en enero 2018, firmó un Convenio de Colaboración con el CRUCH, que tiene como sustento conceptual la conformación de una alianza estratégica para el desarrollo de iniciativas y actividades de promoción de la internacionalización de la educación superior nacional.

Investigación internacional

Como se ha señalado, hoy en Chile se abren nuevos horizontes de investigación científica y desarrollo tecnológico. Es por ello que Chile necesita fortalecer su institucionalidad, constituir una masa crítica de capital humano avanzado, conectado con el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial, y consecuentemente asignar nuevos recursos para el desarrollo de proyectos. La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación es un avance en ese sentido.

Con relación al desempeño en investigación, las universidades del CRUCH tienen valores modestos a nivel internacional. Un 52,6 % de las publicaciones chilenas involucran coautoría internacional. Por lo demás, un 70% de 14.000 investigadores realiza movilidad, siendo comparable con tasas de Canadá, Países Bajos y Dinamarca, según la

OCDE en 2017. Las universidades del CRUCH también participan en plataformas específicas de cooperación para la investigación cuyo objetivo es fomentar la colaboración conjunta entre miembros de instituciones de diversos países y generar espacios de discusión que permitan dar solución articulada a problemáticas globales.

Cabe recordar que la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) contempla determinados criterios para evaluar la internacionalización de las instituciones de educación superior chilenas (CNA, 2014)[14]. Los procesos de incentivos a los que están sometidas las IES les obligan a adoptar ciertas tendencias con respecto a su internacionalización, específicamente en el posgrado (Celis y Véliz, 2020), la investigación, sus vinculaciones internacionales y el impacto de las publicaciones. De esta forma, las y los investigadores buscan publicar en revistas indexadas o con colegas extranjeros que les tributen a aumentar sus índices de productividad (Bernasconi y Rojas, 2004). Al realizar una revisión de los planes estratégicos de las instituciones del CRUCH se puede observar que un porcentaje importante de instituciones busca cumplir con indicadores que apuntan a la internacionalización de la investigación[15], según criterios de la CNA.

El desarrollo científico del país, con una masa crítica más reducida, ha permitido iniciar nuevas formas de cooperación en las cuales el énfasis está puesto en el trabajo de investigación conjunta para la solución de problemas científicos y tecnológicos de interés mutuo.

La comunidad científica internacional sabe de los esfuerzos y proyectos que se desarrollan en Chile en el ámbito de la astronomía, la minería, las energías renovables no convencionales, biotecnología, alimentos, cambio climático, biodiversidad, así como también nuestra preocupación en materia de desastres naturales y glaciares. Conoce también que la diplomacia está en condiciones de intervenir en las agendas de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.

Internacionalización de la Investigación

El desarrollo del proceso de internacionalización de la investigación en Chile como tal se remonta a la década de 1950, cuando se establecieron relaciones con centros de investigación internacionales cuya colaboración llevó a la creación de los primeros programas de doctorado en el país. En esos años se radicaron en Chile una serie de instituciones internacionales[16] que propiciaron investigaciones, particularmente en el área de ciencias biológicas y sociales (Castillo et al, 2016).

El crecimiento y desarrollo de la colaboración y actividad internacional en la investigación,

[14] Entre ellos: participación en fondos internacionales competitivos, el impacto de la investigación en medios internacionales, procesos de acreditación internacional, política de vinculación con el medio que fomente la movilidad académica y la firma de convenios internacionales.

[15] Ello se refiere a la participación en fondos abiertos y competitivos a nivel internacional, la búsqueda de recursos externos para financiar actividades de investigación, la publicación conjunta con socios extranjeros, la publicación de resultados de investigación en revistas WOS, Scopus y Scielo como sus principales acciones en internacionalización de la investigación.

[16] Esto dio pie a que se establecieran nuevos centros de investigación y participación en redes internacionales a nivel regional. Las ciencias sociales y económicas se vieron estimuladas por la creación de organismos como CEPAL-ILPES, CLACSO, FLACSO e ILADES (Beigel, 2013).

incluyendo coautorías con investigadores extranjeros, movilidad internacional, co-tutelas doctorales, visitas de expertos, entre otros, se dio en el país en las siguientes décadas de manera moderada, supeditada a la preponderancia y financiamiento que las Universidades del Consejo de Rectores (CRUCH) pudiesen otorgarle de manera independiente.

En la década de 1990, comenzaron a darse señales más precisas con miras a promover la internacionalización universitaria -particularmente entre los programas de doctorado- debido a la creación del Programa MECESUP de mejoramiento de la calidad de la educación superior (Castillo, et al., 2016) con fondos provenientes del Estado y del Banco Mundial. Esto, sumado a la apertura internacional que experimentó Chile tras el proceso de transición y la decisión estratégica de mover al país hacia el escenario internacional después de años de aislamiento, significó un impulso a la cooperación científica internacional universitaria.

Se sumó, de igual forma, en 2010 la iniciativa impulsada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que a través del Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional permitió que una docena de centros de investigación con un alto enfoque en innovación se instalaran en el país.

Las iniciativas mencionadas han aportado a la internacionalización de la investigación desarrollada en las universidades chilenas, pero el motor principal de la colaboración y cooperación científica internacional universitaria se ha dado por la colaboración directa que cada una de las IES desarrolla con investigadores o instituciones en el extranjero.

Aporte de las universidades a la diplomacia científica

Es conveniente hacer una diferenciación entre los conceptos de "cooperación científica internacional" y la "diplomacia científica". Los dos son procesos colaborativos para promover el intercambio científico y tecnológico y en ambos las instituciones de educación superior tienen un rol relevante. Pero hay una característica principal diferenciadora. La cooperación científica internacional, apunta al trabajo de vinculación y desarrollo del trabajo con el exterior en pos de la generación y transferencia de conocimiento. Por otro lado, la diplomacia científica implica además, participación y convergencia en la investigación de actores e intereses políticos[17] La diplomacia científica apoya a los países en la búsqueda de aliados y recursos para la ejecución de proyectos, programas y políticas de interés nacional, transnacional y global (Echeverría-King, 2020).

Si bien el concepto de "diplomacia científica" no tiene una definición única y específica a nivel internacional y tampoco es un concepto utilizado dentro de la estructura de la Educación Superior en Chile, es posible conceptualizar bajo criterios del quehacer institucional, la estructuración funcional de

[17] https://www.sciencediplomacy.org/perspective/2015/bridging-chasm Revisado octubre 2021

las universidades así como por la relevancia estratégica del tema en investigación y cómo la interacción entre función y motivación construyen un ethos que posiciona al país (Gual Soler, 2020). Así, la diplomacia científica se vincula con la actividad nacional en cuanto a su forma, su contenido y los objetivos que busca potenciar desde una visión estratégica del posicionamiento del país en el sistema internacional (Reyes Matta, 2019).

En Chile es posible encontrar ejemplos de dinámicas de investigación donde la estructuración de esta obedece a una decisión estratégica que se constituye como política de Estado y da pie a la colaboración sostenida en el tiempo de diversos países y organizaciones. Por otro lado, la posición geoestratégica de nuestro país ha dado pie a constituirse como facilitador en cuanto a materias esenciales para el desarrollo científico. Finalmente, y considerando los dos ejemplos anteriores, existe investigación que, dada su relevancia por la contingencia social internacional, hace que el país se posicione como un punto focal de interacción para la investigación que, siendo un proceso constructivo a nivel colectivo, siempre está en constante crecimiento.

Las Universidades del CRUCH han aportado como actores clave al *soft power*[18] propio de la diplomacia científica, promoviendo espacios de creación, difusión e intercambio de conocimiento, que contribuye a la toma de decisiones y al fortalecimiento de relaciones y compromisos a nivel nacional, transnacional y global entregando una plataforma de presencia internacional e influencia con otros países.

Para la Cancillería, la internacionalización de la educación superior es un objetivo estratégico de la política exterior, desde la convicción de que Chile necesita hacer de la ciencia y de la formación de capital humano avanzado un pilar para un desarrollo basado en el conocimiento. El Ministerio de Relaciones Exteriores, a través de su Dirección de Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación, participa de los proyectos de internacionalización que llevan adelante las universidades (movilidad estudiantil, docente, investigación conjunta, vinculación con el medio).

La red de Embajadas, Consulados y Misiones en el exterior y las Direcciones temáticas (Cultura, Medio Ambiente, Regiones, chilenos en el Exterior, Ciencia y Tecnología) son interlocutores que se pueden asociar a las diversas formas que adquiere el proceso de internacionalización, en los distintos ámbitos en el cual este se desarrolla (regional, cultural, económico). La Cancillería dispone de herramientas para apoyar el posicionamiento de las universidades chilenas en las de redes mundiales de I+D+i. Esto también puede expresase a nivel de instituciones de formación técnica superior y profesional, lo cual puede constituirse en un complemento fundamental para la Innovación.

[18] Por "soft power" se entiende la capacidad de ejercer influencia y perseguir intereses nacionales a través del atractivo y el poder de convicción (Nye, J, 1990)

Por su parte, el Ministerio de Educación creó un programa especial de apoyo a la internacionalización de la educación superior. Estos proyectos, asignados a las tres universidades con mayores años de acreditación[19] financia iniciativas de colaboración con universidades de diversos países, a través de Foros Científico-Académicos permanentes. En la actualidad existen foros con Japón, Suecia, Italia y Francia. La Cancillería ha participado en estas iniciativas a través de sus respectivas Embajadas.

A su vez, las universidades del Consejo de Rectores de Universidades Chilenas (CRUCH) buscan establecer fuertes lazos de colaboración internacional en el ámbito de la investigación, la innovación y la transferencia de conocimientos a la sociedad; donde las universidades regionales juegan un papel decisivo, vinculando los desafíos de desarrollo y abriendo espacios para investigación asociada a los grandes centros mundiales. La utilización del concepto de Laboratorios Naturales por parte de las universidades de regiones es muy acertado y atractivo en estos espacios de interlocución.

Co-diseño del conocimiento: El caso de los observatorios chilenos.

La vinculación de las universidades chilenas con las organizaciones de investigación astrocientífica se consolida a través de los acuerdos que tanto instituciones públicas, como también desde el Estado, suscriben con consorcios astronómicos internacionales. En ese contexto, la participación de las universidades locales ha generado vínculos que pueden tener alto impacto socioeconómico y cultural.

Según la Sociedad Chilena de Astronomía, al año 2021, 17 instituciones chilenas realizan investigación en Astronomía[20]. Considerando a los académicos, postdoctorados e investigadores con acceso a tiempo a los observatorios chilenos (a abril de 2019) existen 255 astrónomos trabajando en instituciones chilenas, además 163 académicos, 92 postdoctorados e investigadores, 197 estudiantes de posgrado y más de 500 estudiantes de pregrado en Astronomía.

La cantidad de investigadores e investigadoras ha aumentado en los últimos 15 años en alrededor de un 150%[21], siendo gran parte responsable de este aumento la estructuración de asociaciones nacionales e internacionales donde se busca no sólo traer recursos humanos y económicos al ámbito de la astronomía nacional, sino que generar proyectos cooperativos desde el diseño a la aplicación de los programas de investigación.

De esta manera, entre los observatorios internacionales, se cuenta con el apoyo de la Organización Europea para la Investigación

[19] Universidad de Chile, P. Universidad Católica de Chile y Universidad de Concepción, respectivamente.

[20] La Universidad de Antofagasta, la Universidad Católica del Norte, Universidad de Atacama, Universidad de La Serena, Universidad de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Andrés Bello, Universidad Diego Portales, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Chile, Universidad del Desarrollo, Universidad de Santiago de Chile, la Universidad de Concepción, Universidad de Católica de la Santísima Concepción y Universidad Austral de Chile.

[21] Disponible en: https://sochias.cl/estadisticas-2019/

Astronómica (ESO)[22], la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA)[23], Institución Carnegie Washington (CIW)[24], el National Science Foundation (NSF)[25], National Optical Astronomy Observatory (NOAO)[26], Ministerio de Ciencias de Brasil, University of North Carolina at Chapel Hill (UNC) Michigan State University (MSU), Large Synoptic Survey Telescope (LSST) Corporation[27], Universidad de Tokio, Instituto Max Planck, Observatorio Espacial Onsala, National Radio Astronomy Observatory (NRAO), National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) e Instituto de Tecnología de California (CALTECH).

En la actualidad, Chile cuenta con una red de veintitrés observatorios, todos situados entre el Norte y el Centro del país. Estos se dividen en Observatorios Internacionales, Observatorios Docentes y Observatorios Turísticos. Con todo, el aprovechamiento directo de instalaciones y de instrumentos astro científicos de vanguardia, que se encuentra también en la base del crecimiento e interés de las universidades chilenas por sus programas de astronomía, astrofísica y de astro ingeniería, no hubiese sido posible sin el establecimiento de la Regla de reserva del 10% del tiempo de observación para astrónomas y astrónomos provenientes de planteles universitarios y de investigación chilenos.
Los distintos acuerdos e instancias de negociación para el acceso de científicos de planteles chilenos a los equipos e instalaciones de consorcios internacionales, siempre ha contado con la participación del Ministerio de Relaciones Exteriores, pues constituyen obligaciones de carácter jurídico para el Estado de Chile.

Investigación colaborativa y conocimiento antártico para el mundo

La Antártica, dada su naturaleza y características territoriales inmejorables y únicas, se ha constituido como un punto de convergencia de la actividad científica. Desde 1957 que las relaciones académicas y científicas generadas en torno a este hito terrestre han estado basadas tanto en los intereses estratégicos chilenos como en los principios de interacción pacífica con el resto de los países del sistema internacional.

Consciente de ello en 1963[28] el Instituto Antártico Chileno (INACH) se constituye legalmente como único organismo estatal responsable de coordinar, planificar y ejecutar esta acción. Es así como a través de los años, el INACH se ha transformado en un servicio público de alto nivel, bajo los aspectos de la Alta Dirección Pública, encargado de liderar la política de Estado de investigación en el territorio antártico.

De igual forma, la proximidad de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena a la Península Antártica, ha incentivado el crecimiento de un polo de conocimiento único y esencial. Bajo el desarrollo docente de la Universidad de Magallanes (UMAG),

[22] Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza (Observatorio Paranal)
[23] AURA es un consorcio de 34 universidades de Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia, Brasil, Argentina y Chile.
[24] Canadá, Polonia, Australia y Corea del Sur
[25] Estados Unidos
[26] Estados Unidos
[27] Con 20 Universidades privadas de Estados Unidos.
[28] https://www.inach.cl/inach/?page_id=173

surgió el Diplomado en Asuntos Antárticos[29] en el cual se abordan temas transversales sobre la Antártica, permitiendo adquirir un conocimiento general sobre las características propias y de gestión del continente. Ello ha facilitado la profundización sobre una zona que tiene características de laboratorio natural y en la cual se pone el ojo científico de todo el mundo.

Entre las competencias que desarrollan los estudiantes nacionales e internacionales que pasan por este programa está el uso oral y escrito del idioma inglés, ya que se entiende que es la lengua más utilizada para la comunicación en el continente antártico. Asimismo, destacan en este diplomado las actividades en equipo que permiten trabajar la cooperación y colaboración entre los estudiantes, entendiendo que uno de los pilares antárticos, además de la ciencia, es la paz.

El Diplomado en Asuntos Antárticos tiene alta conexión y atención a los Objetivos de Desarrollo Sostenible la Organización de las Naciones Unidas. Adquieren particular cuidado los objetivos 13 (Acción por el Clima), 14 (Vida submarina) y 17 (Alianzas para lograr objetivos); con los cuales se familiarizan los y las estudiantes que pasan por el programa. Hasta la fecha, son 394 estudiantes quienes han realizado el programa, siendo 17 de origen extranjero. Esta verdadera comunidad internacional en torno al conocimiento antártico se une sin importar nacionalidades ni formaciones disciplinares previas, sino que con un único norte: conocer y aprender cómo proteger mucho más al sur.

Investigación de frontera con impacto internacional: Los anticuerpos de Alpaca para combatir el COVID-19.

La pandemia provocada por el COVID-19 significó grandes cambios en la sociedad. Desde los ajustes en términos de la convivencia y la interacción social, los cambios en la producción económica y el consiguiente impacto en el comportamiento en los mercados, la gestión de los sistemas de salud y educación y, por supuesto, hasta en cómo se organizó la investigación en torno a dar respuesta efectiva y certera a los problemas que la pandemia generó.

En este punto en particular, el foco estuvo principalmente en la búsqueda de la cura a la enfermedad ya instalada a nivel mundial, así como de un tratamiento paliativo que entregara mayores herramientas de respuesta a la enfermedad. En esta discusión, la investigación de la Universidad Austral de Chile sobre los anticuerpos neutralizantes contra el SARS-Cov-2[30] destaca por su originalidad, su desarrollo colectivo, la integración con otros equipos de trabajo internacionales, especialmente australianos, así como en la labor y el rol que jugó el aporte público para el desarrollo de la misma.

La propuesta de desarrollo de un tratamiento a través de la humanización de anticuerpos desde camélidos como alpacas y llamas inicia gracias al aporte del Gobierno Regional y el Consejo Regional de la Región

[29] Testimonio facilitado por Magaly Vera, Dirección de Relaciones Internacionales Universidad de Magallanes.

[30] 2021, https://www.sbbmch.cl/?p=25368

de los Ríos a través del financiamiento de la plataforma iniciada a través del proyecto "creación de una plataforma para la lucha de virus emergentes". Cabe destacar la visión estratégica y de futuro en el financiamiento de una plataforma de estas características, así como el procedimiento en el cual se creó el anticuerpo "W25", puesto que la generación y posterior producción de las vacunas puede demorarse, teniendo en consideración el volumen que se necesita para alcanzar la inmunización a nivel mundial. La posibilidad de una inmunoterapia ayudaría a paliar los efectos de la enfermedad causada por el virus, así como la transmisión entre personas sanas, evitando de esta manera el colapso de los sistemas de salud.

En cuanto a la visión estratégica respecto a temas contingentes como es el riesgo de una pandemia que se evidencia desde la aparición del SARS en la década del 2000[31] que puso el acento en la baja preparación existente en cuanto a coordinación institucional mundial, de los sistemas de salud así como en el desarrollo de investigación de frontera que respondiera de manera rápida, certera y eficaz a una posible emergencia que diera pie a una pandemia como la que hemos vivido en los últimos dos años. Reconocer el riesgo más allá del corto plazo entrega la posibilidad de estar preparados para salvar la mayor cantidad de personas posible y es fácil reconocer esta iniciativa como una posibilidad única tanto para los investigadores directamente involucrados como para el país.

No obstante las ventajas que esta investigación tiene en cuanto al contenido por sí misma y cómo este puede impactar en un contexto mundial como el actual, la falta de financiamiento público para seguir desarrollándola decantó, finalmente, en la venta de la tecnología desarrollada en Chile para ser producida en Alemania[32].

La diplomacia científica como dimensión para la diseminación internacional de las actividades universitarias.

Al identificar la gran capacidad para la generación de externalidades positivas, la coordinación entre la actividad internacional universitaria con la del Estado a través de canales comunicativos que fomenten la investigación específica y relevante a nivel internacional es capaz de generar plataformas de reconocimiento que potencian la esfera de influencia nacional en un sistema internacional cada vez más cambiante.

En el caso del INACH y de los observatorios, la presencia de apoyo estatales tanto en el financiamiento como en la coordinación y planificación de instancias de cooperación a mediano y largo plazo, ha generado círculos de desarrollo científico virtuosos en donde el país extiende sus propias fronteras del conocimiento al mismo tiempo que se asume la presencia de otros actores internacionales -sean estos públicos o privados-en el desarrollo del mismo.

No obstante, para esto se hace necesario tener una visión estratégica y de largo plazo. Sin dicha visión en las décadas de 1950 y

[31] https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2009/07/cdc-proposes-list-sars-virus-select-agent

[32] https://forbes.co/2021/06/17/actualidad/universidad-chilena-vende-anticuerpos-de-alpaca-que-neutralizan-el-sars-cov-2/

1960, no tendríamos lo que tenemos hoy en el Instituto Antártico Chileno[33] y su desarrollo científico en el ámbito de la biodiversidad antártica, el desarrollo del programa de áreas marinas protegidas, estudios genéticos de especies marinas, así como su desarrollo adaptativo en la zona austral. Tampoco se habría logrado el desarrollo en cuanto a la participación chilena en un área tan avanzada como la astronomía si en 1969 no se hubiesen instalado los primeros observatorios en el país y no se hubieren vinculado características propias del territorio nacional para el desarrollo de esta actividad.

Contrariamente a lo sucedido con el anticuerpo W25 de la investigación de los nanocuerpos de camélidos contra el COVID-19, los ejemplos anteriores estaban vinculados a una visión de largo plazo. En ellos la presencia estatal estaba, más que para asegurar la competencia por recursos, para fortalecer una línea de desarrollo que se vislumbrara como una herramienta en el futuro para el posicionamiento del país. Así también vincular esta línea de desarrollo con las relaciones internacionales como una manera de hacer diplomacia más allá de las formalidades a las que debe someterse la institucionalidad gubernamental, haciendo de la creación de conocimiento, embajadas de la soberanía nacional.

Conclusión

A pesar de que el proceso de internacionalización de las universidades chilenas presenta un desarrollo dispar entre las instituciones a lo largo del territorio nacional, sus beneficios son evidentes. Tal cómo se pudo constatar a lo largo del capítulo dicho proceso tiene un enorme potencial para aportar en la formación de ciudadanos *globalmente* competentes, incorporar al medio local en las esferas de conocimiento internacional, permitir el posicionamiento de nuestro territorio nacional y experticia científica a nivel global, contribuir al cuidado de la casa común, y a la creación de un mundo mejor, más interconectado.

Además, la pandemia del COVID-19 ha dejado en manifiesto la importancia de la cooperación internacional y la articulación nacional en pro de la resolución de conflictos que aquejan a todos los ciudadanos nacionales y del mundo. Del mismo modo, la Agenda 2030 de Naciones Unidas también ha interpelado a las instituciones de educación superior a contribuir a la agenda de desarrollo sostenible mediante su rol social, formativo, e investigativo.

En este sentido, las instituciones de educación superior cumplen un papel fundamental en las sociedades y en los territorios locales, nacionales e internacionales, ya que mediante ellas se puede llegar a los ciudadanos del entorno y sus comunidades. Por lo demás, las IES sirven de puente entre conocimientos diversos, facilitan la articulación entre lo local y lo internacional, permiten el intercambio de buenas prácticas, y facultan la articulación de grupos interdisciplinarios e interculturales para avanzar hacia la búsqueda de respuesta a problemáticas comunes.

[33] https://www.inach.cl/inach/?page_id=23153

Cada uno de los esfuerzos de las instituciones por avanzar hacia un proceso de internacionalización más integral son significativos, y dan cuenta de la importancia de incorporar la internacionalización en los procesos de enseñanza y aprendizaje, vinculación con el medio e investigación.

La internacionalización de la docencia nos demuestra que se puede "democratizar" la internacionalización extendiendo sus beneficios a un grupo mayor de estudiantes, académicos y administrativos que aquellos pocos que pueden viajar a otro destino durante un periodo académico. Tanto los docentes a cargo de la formación, como las estructuras institucionales dispuestas para la internacionalización de la enseñanza y aprendizaje, cumplen un rol fundamental en el fomento y correcto desarrollo de ella. En consecuencia, para asegurar un desempeño exitoso y perdurable en el tiempo, se requieren de sistemas de reconocimiento y capacitación adecuados que faciliten su implementación.

En cuanto a la internacionalización de la investigación, es clara la necesidad de establecer políticas de cooperación internacional a largo plazo, tal como se dio en los casos de la creación del Instituto Chileno Antártico y la Sociedad Chilena de Astronomía. Las Instituciones de Educación Superior tienen un papel preponderante en fomentar la colaboración científica, tecnológica y académica realizada en el país, de potenciar la visibilización de nuestros investigadores en el extranjero y atraer capital humano avanzado. Es necesario articular aún más entre centros de investigación, IES y el Estado para posicionar a Chile como facilitador del desarrollo científico en el escenario mundial.

La internacionalización es un proceso concordante con el espíritu de las universidades chilenas y tiene como propósito mejorar tanto la calidad de las instituciones de educación superior, en todas sus líneas misionales (docencia, vinculación con el medio e investigación), como el entorno (su territorio, organismos y su gente). Por ende, es de esperar que en el futuro dicho proceso sea reconocido con la importancia que requiere para generar cambios significativos en la investigación que se desarrolla en nuestro país, en los diversos territorios que son impactados por la vinculación de las universidades con su entorno inmediato y el medio global y en la formación de futuros ciudadanos nacionales y del mundo. Una diplomacia activa puede contribuir a la necesaria internacionalización de los procesos educativos, atendiendo las realidades y singularidades propias de nuestras identidades y niveles de desarrollo, buscando siempre un posicionamiento de Chile en las redes globales del conocimiento.

Bibliografía:

- Beelen, J., and Jones, E. 2015. Redefining internationalization at home. In *The European higher education area: Between critical reflections and future policies.* In A. Curai, L. Matei, R. Pricopie, J. Salmi and P. Scott (Eds) 67-80. Dordrecht: Springer.
- Beigel, F. (2013) Centros y Periferias en la circulación internacional del conocimiento. Revista Nueva Sociedad N°245. www.nuso.org

- Bernasconi, A. and Rojas, F. (2004) Informe sobre la educación superior en Chile: 1980-2003. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Celis, S. and Véliz, D. (2020). A decade of Chilean graduate program accreditation: A push for internationalisation and issues of multidisciplinarity. Higher Education Policy. oidoi:10.1057/s41307-020-00198-7
- Castillo P, Henriquez A, Lobos P, Salomone A, Tessada V, Vilches L, (2016) Internacionalización en Contexto: Internacionalización del Postgrado de la Universidad de Chile desde la Perspectiva de la Cooperación Sur-Sur. 8va Conferencia Latinoamericana y del Caribe para la Internacionalización de la Educación Superior.
- de Wit, Hans. (2012) Calidad e internacionalización de la educación superior: su evaluación, tendencias y cuestiones. Artículo integrado en "La internacionalización de la educación superior en América Latina y Europa: retos y compromisos" (Luis David Prieto Martínez y Carmen Helena Jiménez de Peña). Publicado por Pontificia Universidad Javeriana (2012).(p.14)
- de Wit H, Hunter F, Howard L, Egron Polak E (2015) Internationalisation of Higher Education. European Parliament, Directorate-General for Internal Policies, Brussels
- Echeverria-King, L (2020) La Diplomacia Científica y la Internacionalización solidaria: catalizadores en tiempos de pandemia para las Universidades. Boletín Mirando al Sur N°1, UNR Editora.
- Gacel-Ávila, J. (2018) "Educación superior, internacionalización e integración en América Latina y el Caribe," *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe 2018* [Preprint].
- González, J., Bernasconi, A. and Puyol, F. (2020) "Internationalization of Chilean Higher Education," in *The Bloomsbury Handbook of The Internationalization of Higher Education in The Global South*. doi:10.5040/9781350139275.ch-015.
- Gual Soler, M (2020), Diplomacia Científica en América Latina y el Caribe. Estrategias, mecanismos y perspectivas para fortalecer la diplomacia, tecnología e innovación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO
- Guri-Rosenblit (1999) Distance and Campus Universities: Tensions and Interactions – A Comparative Study of Five Countries Pergamon Press & The International Association of Universities Oxford.
- Kaluf, C. (2014) en: Internacionalización de la Educación Superior y la Ciencia en América Latina y el Caribe: Un Estado del Arte. UNESCO-IESALC. en S. Didou Aupetit y V. Jaramillo de Escobar (coords.): Internacionalización de la Educación Superior y la Ciencia en América Latina y el Caribe: Un Estado del Arte, Caracas, UNESCO-IESALC, pp. 77-134.

- Klemenčič, M. (2017) "Internationalization of universities in the peripheries," in *The globalization of internationalization: Emerging voices and perspectives*, pp. 99–109. Available at: https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315657547/chapters/10.4324/9781315657547-21%0Ahttps://www.taylorfrancis.com/books/9781315657547.
- Nye JS Jr (1990) Bound to Lead: The Changing Nature of American Power. Basic Books: New York.
- Ramírez-Valdivia, M.T., Latorre, P. and Bustos, J.M. (2020) "Quality as a driver for internationalisation of Chilean universities?" in *International Conference on Quality Engineering and Management*.
- Reyes Matta, F (2019), Diplomacia I+D+I Investigación, Desarrollo, Innovación: Las opciones en APEC Revista Diplomacia N°140
- Stein, S. (2017) "Internationalization for an Uncertain Future: Tensions, Paradoxes, and Possibilities," *The Review of Higher Education*, 41(1), pp. 3–32. doi:10.1353/rhe.2017.0031.

Formación de capital humano avanzado en Chile: trayectorias hacia el postgrado y perspectivas de retribución.

Rodrigo Torres[34]

Introducción[35]

Diversos análisis reconocen que la formación de capital humano avanzado se ha constituido en una dimensión estratégica para las definiciones de la matriz de desarrollo de los países. Entre los más sobresalientes puede considerarse la contribución de este tipo de capital a la sofisticación de los sectores económicos, posicionando al conocimiento como un valor en sí mismo, como también al hecho de desarrollar evidencia científica de vanguardia para enfrentar diversas mega tendencias (pandemias, cambio climático, entre otras) y capturar las oportunidades de las que se anticipan (como las transformaciones demográficas o las revoluciones tecnológicas-industriales). Sobre esto, desde hace dos décadas, diferentes países latinoamericanos han desarrollado políticas para promover la formación de capital humano con estudios de postgrado, particularmente programas de financiamiento de estudios de magíster o doctorado a nivel internacional y nacional (OCDE, 2010). Podemos señalar los programas de becas de CONICET en Argentina, CONACYT en México o COLCIENCIAS en Colombia, entre otros. Estas iniciativas han contribuido al perfeccionamiento del nivel de formación y productividad de una generación, tanto en el ámbito de la investigación como en otros campos profesionales, así como a una internacionalización de las instituciones universitarias latinoamericanas mediante iniciativas de cooperación con importantes polos de desarrollo de la investigación (UNESCO, 2018).

En este contexto, el caso chileno se ha destacado como uno de los ejemplos de mayor relevancia en términos de políticas de formación de capital humano avanzado (OCDE, 2010; UNESCO, 2018)[36]. En efecto, desde 1990, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

[34] Director de la Escuela de Investigación y Postgrado de la Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y Económicas de la Universidad Católica Silva Henríquez. Académico e investigador del Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Juventud (CIJSU). Doctor en Ciencias Políticas por la Universidad Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Sus líneas de investigación abordan la formación de capital humano avanzado, las trayectorias educacionales y las formas de participación juvenil en política.

[35] Este capítulo retoma parte de las ideas presentadas en Torres, R., Pino, N. y Ayala, J. (2017).

[36] A lo largo de este trabajo, el capital humano avanzado será entendido como aquella parte de la población que, habiendo finalizado su educación terciaria, continúa su formación educacional mediante estudios de postgrado. Para este texto, abordaremos específicamente el capital humano formado en programas de Magíster y de Doctorado (CONICYT, 2019).

(CONICYT) – que dio paso a la actual Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)[37] –, ha implementado diferentes programas de becas de magíster y doctorado para el perfeccionamiento de jóvenes profesionales tanto en Chile como en el extranjero (CONICYT, 2014; 2019). Esta política fue reforzada hacia finales de los años 2000 con la creación del Sistema Bicentenario de Capital Humano Avanzado y del programa Becas Chile, iniciativa que centralizó los diferentes tipos de becas existentes hasta el momento y que, gracias a un aumento del financiamiento del Estado, permitió consolidar un programa de gestión y asignación de becas de postgrado en Chile (OCDE, 2010; CONICYT, 2019).

Sobre esto, el desarrollo de la política de formación de postgrado se presenta como un interesante contexto para abordar la relación entre ciencia, educación y sociedad en Chile. En esta línea, el presente texto busca reflexionar sobre la formación de capital humano avanzado en nuestro país, enfocándose principalmente en dos dimensiones relevantes de esta temática. Por una parte, desde una dimensión institucional, se aborda la política de formación de postgrado en Chile, así como el desafío que plantea la inserción y retribución de estos jóvenes profesionales. Por otra, desde una dimensión socioeducacional, se abordan las trayectorias de formación de este capital humano y sus perfiles, profundizando especialmente en aquellos formados en el extranjero.

Para lograr este propósito, este texto se encuentra organizado en cuatro secciones. En primer lugar, y desde un enfoque basado en la política institucional, se presenta una breve síntesis sobre la formación de capital humano avanzado en el ámbito de los postgrados en Chile. En segundo lugar, se analizan las trayectorias hacia el postgrado en base a algunas variables socioeducacionales que caracterizan a este perfil de la población en Chile, así como los desafíos que esto implica en términos de democratización del acceso a los programas de formación de capital humano avanzado. En tercer lugar, y siguiendo con el análisis de las trayectorias, se tratan en particular los perfiles de aquellos estudiantes y profesionales que buscan formarse mediante un postgrado en el extranjero. Por último, y a modo de síntesis y perspectivas, se presentan algunas reflexiones sobre las posibilidades de inserción profesional y retribución por parte de las y los jóvenes investigadores formados en Chile como en el extranjero.

Por último, cabe destacar que la diplomacia puede contribuir al desarrollo y promoción de este capital humano avanzado, articulando nuevas formas de cooperación entre diversas áreas: desde el permitir conocer buenas prácticas en el fomento de la ciencia hasta el acercar a nuestro país con

[37] Durante más de 50 años, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) gestionó la política de ciencia e investigación en Chile. En el marco de la creación e implementación del Ministerio de la Ciencia en 2018, durante el año 2020 CONICYT deviene la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), la cual entre sus funciones gestiona actualmente los programas de formación de capital humano avanzado.

las instituciones académicas y centros de excelencia de los principales polos de desarrollo a nivel global. La diplomacia científica y del conocimiento tiene como responsabilidad el contribuir a formar capital humano avanzado y esto es un desafío de sociedad que debe integrar una política de Estado.

Políticas para la formación del capital humano avanzado y oferta en postgrado

A nivel latinoamericano, la política del Estado chileno en materia de formación en postgrado ha sido reconocida como una importante estrategia para posicionar el país en términos científicos, académicos y productivos (OCDE, 2010; UNESCO, 2018). En efecto, esta política fue una respuesta al déficit identificado a mediados de los años 2000 con respecto al número de profesionales con estudios de postgrado, así como de investigadores y de desarrollo de redes científicas de colaboración (CONICYT, 2014; OCDE, 2010). De esta manera, el poder avanzar hacia los estándares propios de los países emergentes se presentaba como un desafío al que el Estado chileno enfrentó mediante una importante inversión institucional y humana.

En este contexto, los actuales avances en el número de profesionales con estudios de postgrado en Chile es en gran parte consecuencia de la política de Estado en materia de formación implementada en nuestro país, así como producto de las transformaciones propias del sistema educacional chileno, esto último asociado a una mayor demanda de programas de postgrado por parte de estudiantes y profesionales que buscan perfeccionamiento y especialización para enfrentar las exigencias actuales del mercado laboral (OCDE, 2017). Este panorama será presentado en esta sección mediante una breve síntesis sobre la política de formación de capital humano avanzado en Chile, así como la oferta del sistema educacional en la materia.

Si bien desde los años 80 el Estado chileno había propuesto diferentes iniciativas de becas en materia de postgrado, es a partir de los años 90, con el desarrollo del Programa de Formación de Capital Humano Avanzado (PFCHA), que se implementa una estrategia de desarrollo y fortalecimiento en esta materia (CONICYT, 2014). Esta política se benefició de un importante refuerzo en 2008 con la creación del programa *Becas Chile*, el que centralizó la diversa oferta de becas existentes en este ámbito. Entre los impactos de esta iniciativa, debemos indicar que, como señalaban los expertos de la OCDE en 2010, la política de formación de postgrado chilena tiene las posibilidades de acelerar el ascenso de Chile a niveles competitivos de capacidad y conocimientos a nivel internacional. En efecto, si consideramos proporcionalmente el total de la población, Chile ha contado con un mayor número de becados en postgrado en comparación con países de mayor tamaño como son México, Brasil e incluso China (OCDE, 2010).

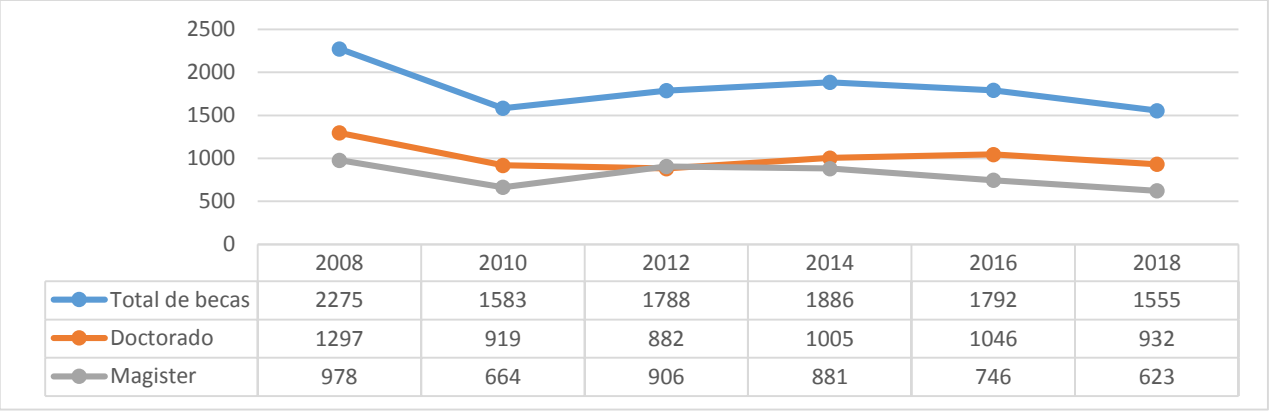
En términos de indicadores, al momento de analizar la evolución del número de becas adjudicadas entre los años 2008 y 2018 (ver

gráfico 1), se observa que, en el año 2008, momento de inicio de Becas Chile, más de 2.000 profesionales y estudiantes se habían adjudicado becas de magister y doctorado, posteriormente en número desciende y se sostiene en torno a las 1.700 becas adjudicadas por año. Al observar los totales del periodo, cabe destacar que durante una década, estudiantes y profesionales se han adjudicado 10.879 becas de postgrado, siendo el 60% de ellas para doctorado, dado el énfasis del programa en el desarrollo científico del país.

El desarrollo de la política de formación de capital humano avanzado ha ido acompañado igualmente por un contexto educacional en transformación. En la actualidad, y producto de los requerimientos estructurales para el desarrollo del país, el sistema educacional requiere cada vez más universidades con un mayor nivel de complejidad, es decir, que no solo se orienten a la docencia, sino incluyan entre sus ejes a la formación en postgrado y al desarrollo de la investigación (Muñoz y Blanco, 2013). En este sentido, el aumento de las exigencias del sistema de acreditación institucional propuesto por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) ha precisamente fomentado que las universidades desarrollen la investigación, la creación y acreditación de programas de doctorado, así como de magíster.

Al momento de observar la evidencia en esta materia, en primer lugar, podemos apreciar el aumento sostenido de la matrícula en programas de postgrado. En base a los datos presentados en el gráfico 2, podemos señalar que la matrícula en estudios de magíster ha vivido una tasa de crecimiento de un 82% en una década, aumentado de 22.445 estudiantes matriculados en el año 2008 a 40.890 en el año 2018. Por su parte, la matrícula en doctorado tuvo una tasa de crecimiento de un 63% en el mismo periodo, aumentando el número de matriculados de 3.629 en el año 2008 a 5.930 en 2018.

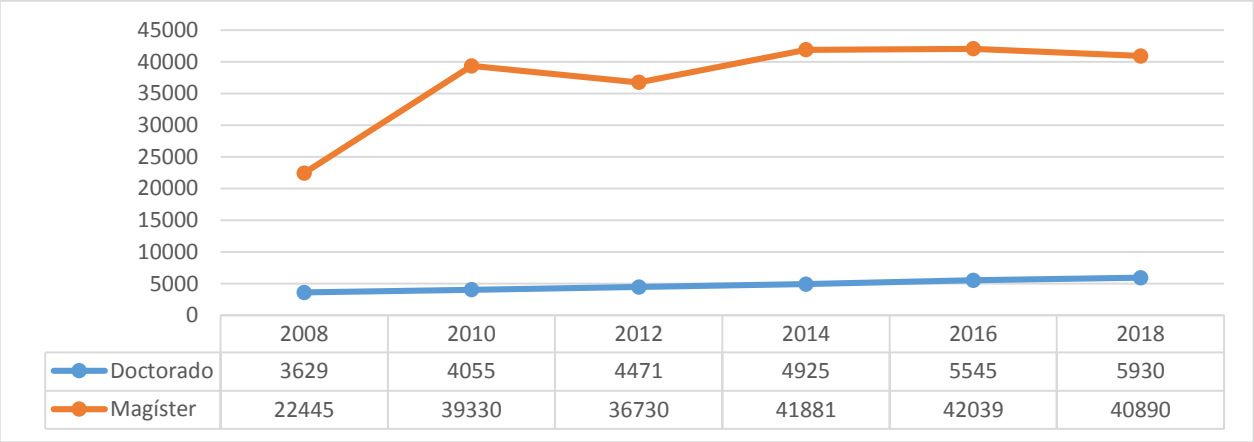
Gráfico 1. Evolución del número de becas para Magister y Doctorado, Programas de Formación de Capital Humano Avanzado en Chile (PFCHA), periodo 2008-2018



	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Total de becas	2275	1583	1788	1886	1792	1555
Doctorado	1297	919	882	1005	1046	932
Magister	978	664	906	881	746	623

Fuente: elaboración propia en base a Compendio Estadístico Conicyt (2018).

Gráfico 2. Evolución de la matrícula en los programas de Magíster y Doctorado, periodo 2008-2018



Fuente: elaboración propia en base a datos del MINEDUC (2019).

En segundo lugar, el aumento de la demanda y matrícula en los programas de postgrados ha ido acompañado igualmente por una mayor oferta desde las instituciones universitarias. En efecto, las necesidades de las y los profesionales con respecto a la formación de postgrado para mantenerse activos en el ámbito laboral, y enmarcadas en el importante desarrollo de la política de formación de capital humano avanzado antes señalada, han producido un aumento del número de programas de postgrado en Chile. Por ejemplo, actualmente existe más de una cincuentena de programas de magíster a nivel nacional. Por otra parte, la oferta de doctorados alcanza prácticamente los 40 programas (ver tabla 1). En este contexto, se observa el aumento del número de universidades que ofrecen programas de postgrado en Chile, destacándose especialmente el aumento del número de instituciones con programas doctorales, aumentando de 31 en el año 2013 a 39 en 2018.

Tabla 1. Número de Universidades que imparten programas de postgrado en Chile, periodo 2013-2018

Postgrado	2013	2018
Magíster	58	55
Doctorado	31	39

Fuente: elaboración propia en base a datos del MINEDUC (2019).

Para terminar, las necesidades de formación en Chile, marcadas por un importante desarrollo de las políticas, han producido un considerable número de programas de postgrado en Chile. Esto ha tenido efectos a nivel de sistema educacional, aumentando tanto la demanda por la formación de postgrado, así como el número de universidades que ofrecen estos programas. Un contexto que además nos invita a reflexionar sobre quiénes se interesan y pueden acceder a esta oferta educacional –y en especial a los programas de becas para la formación de capital humano avanzado–, siendo este el tema abordado en la siguiente sección.

Trayectorias hacia el postgrado

El desarrollo e implementación de una política de formación de capital humano avanzado en Chile ha contribuido en la democratización del acceso a los estudios de postgrado, destacándose el permitir el acceso a formaciones de alto costo como son los estudios de magister y doctorado en países desarrollados, como Estados Unidos o Inglaterra a modo de ejemplo, así como a nivel nacional[38]. En efecto, sin no se contase con esta política, parte de las y los becarios no hubiesen podido costearse sus estudios y estadías, reduciendo sus posibilidades de alcanzar un postgrado.

Ahora bien, a pesar de los avances que el PFCHA ha significado en esta materia, todavía quedan puntos importantes para profundizar en la democratización en el acceso a la formación del capital humano avanzado; uno de los puntos de mayor relevancia dentro del diálogo entre ciencia y sociedad. En efecto, si bien el PFCHA ha contribuido en este ámbito, no debemos dejar de considerar el contexto social y educacional en el cual se desarrolla. Como bien lo han remarcado algunos estudios sobre Chile, todavía es necesario avanzar en el fomento del interés en la ciencia, innovación e investigación más allá de las elites intelectuales y económicas (OCDE, 2017; UNESCO, 2018). Por ello, en esta sección se busca profundizar en los elementos que caracterizan el interés en formarse en estudios de postgrado; una realidad que toca principalmente a un grupo reducido de la población que cuenta con los mayores recursos para desarrollar una trayectoria orientada hacia este nivel de estudios.

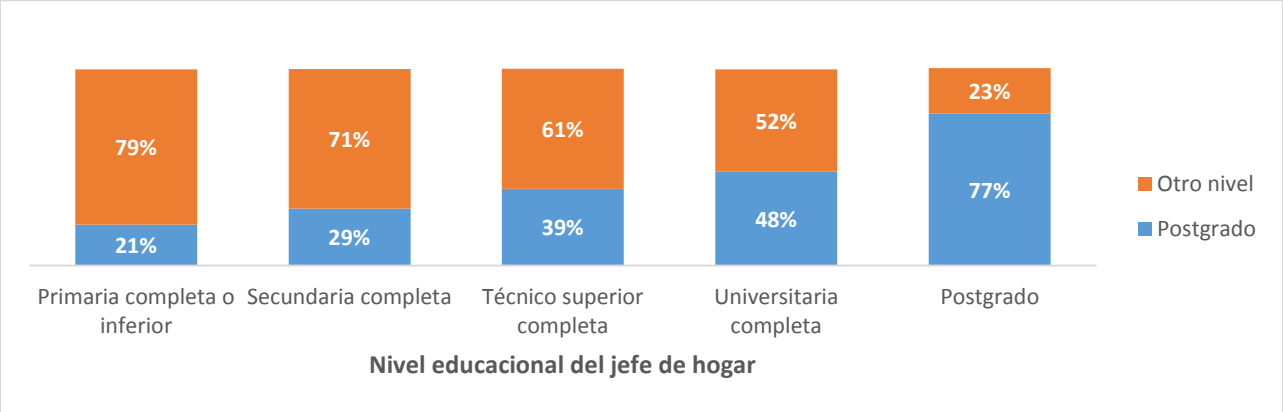
En primer lugar, en un contexto social como el chileno, se puede apreciar una serie de desigualdades presentes en las trayectorias de aquellos jóvenes que podrían interesarse en la formación de capital humano avanzado. Sobre esto, uno de los elementos que se destaca es la reducida movilidad educacional intergeneracional, la que es entendida como la relación entre el nivel educacional del padre, madre o jefe de hogar y el que alcanzan sus hijos. En países cuyas sociedades tienen mayores niveles de desigualdad, la evidencia muestra la importante influencia del nivel educacional de origen y las aspiraciones en términos de nivel de estudios, en particular en las aspiraciones hacia los niveles educacional de más alto nivel (Torche, 2018).

El caso chileno se presenta como un interesante ejemplo sobre este punto. Como se observa en el gráfico 3, el 21% de las y los jóvenes proveniente de hogares donde el nivel educacional alcanzado por el jefe o jefa de hogar es la educación básica completa o inferior se interesa en lograr estudios de postgrado. Este porcentaje aumenta a un 29% en jóvenes cuyo jefe de hogar logró la educación media completa. Sin embargo, esta relación cambia en jóvenes cuyo jefe de hogar alcanzó estudios de postgrado: más

[38] Si bien en el contexto social chileno las competencias necesarias para la adjudicación de becas de postgrado internacionales y nacionales se asocian a un perfil de estudiantes y profesionales proveniente de los grupos socioeconómicos más favorecidos (Chiappa y Muñoz García, 2015), cabe destacar algunas iniciativas para la igualdad de oportunidades implementadas desde el Programa de Formación de Capital Humano Avanzado. Ejemplo de esto han sido la beca Igualdad de Oportunidades o las becas CONICYT-Fullbright que permiten candidaturas a programas en Estados Unidos sin necesariamente tener el dominio de inglés al momento de postular a la beca, reduciendo una de las principales barreras de entrada para las candidaturas.

del 70% de estos jóvenes se interesa alcanzar estudios de magister o doctorado, la mayor parte provenientes de los estratos con mayores recursos.

Gráfico 3. Interés en cursar estudios de postgrado en jóvenes 15-24 años según nivel educacional del jefe de hogar



Fuente: elaboración propia en base a 9ª Encuesta Nacional de la Juventud (2018). Se considera una muestra de 6.198 casos.

Un segundo elemento en términos de las trayectorias hacia el postgrado y la investigación, se relaciona con el interés en cursar estudios de postgrado en estudiantes universitarios según el tipo de universidad a la que asisten. Sobre este punto, la evidencia internacional señala que aquellas universidades con un importante desarrollo de la investigación y la innovación fomentan el interés de sus estudiantes en alcanzar estudios de postgrado, lo que no necesariamente sucede en universidades orientadas mayoritariamente hacia la docencia (Guerin et al., 2015; McCulloch et al., 2017).

Para evaluar ello, utilizamos una tipología operativa de las universidades en base a propuestas identificadas en trabajos chilenos sobre la clasificación de universidad (Reyes y Rosso, 2013; López et al., 2019; Muñoz y Blanco, 2013). En base a estos parámetros, proponemos la siguiente tipología de instituciones universitarias según desarrollo de la investigación y de programas doctorales:

Tabla 2. Tipología de universidades chilenas en base al desarrollo de la investigación y programas de doctorado

Tipo de universidad	Definición
Consolidadas en investigación y programas doctorales	Instituciones que además de la docencia desarrollan la mayor parte de la investigación en Chile. Cuentan con el mayor número de publicaciones en revistas científicas indexadas y de proyectos de investigación. Imparten siete o más programas de doctorado en diferentes disciplinas científicas, estando acreditados por la CNA.
Emergentes en investigación y	Instituciones que además de la docencia se orientan a la investigación. Cuentan con un número importante de publicaciones en revistas

programas doctorales	científicas indexadas y ofrecen menos de siete programas de doctorado acreditados por la CNA.
Docentes y/o con proyección en investigación	Instituciones orientadas principalmente a la docencia, con un número de publicaciones en revistas científicas indexadas relativamente bajo y que no cuentan con programas doctorales acreditados por CNA.

En base a esta clasificación de las universidades chilenas, como se aprecia en el gráfico 4, existen variaciones en el interés en cursar estudios de postgrado en estudiantes universitarios según el tipo de universidad a la cual asisten. Los datos presentados indican que los estudiantes de universidades consolidadas en investigación y en el desarrollo de programas doctorales presentan prácticamente un 10% más de interés en realizar estudios de postgrado que los estudiantes de universidades con orientación hacia la docencia y 7% más que los estudiantes de aquellas instituciones que están emergiendo en el ámbito de la investigación.

Gráfico 4. Interés en cursar estudios de postgrado en estudiantes universitarios según el tipo de universidad

Fuente: elaboración propia en base a 9ª Encuesta Nacional de la Juventud (2018). Se considera una muestra de 1.451 casos.

La información anterior se evidencia en los recientes resultados del concurso de becas nacionales en postgrado. Como se aprecia en la tabla 2, las universidades consolidadas en investigación y programas doctorales formaron a una parte importante de las y los becarios seleccionados para PFCHA a nivel nacional. Específicamente, se puede apreciar en los resultados de la beca Magíster nacional que más de la mitad de becarios seleccionados realizaron sus estudios en tres universidades. Por su parte, en el programa de becas de Doctorado nacional, un tercio de los becarios realizó sus estudios de pregrado en estas mismas instituciones. Si bien estos resultados representan un gran reconocimiento al trabajo realizado por estas instituciones, en particular la ardua labor que implica el desarrollo y consolidación de la investigación y el postgrado, también es un indicador para reflexionar en cómo las y los estudiantes de instituciones con otros perfiles educacionales y socioeconómicos podrían igualmente acceder a oportunidades de formación para devenir capital humano avanzado.

Tabla 2. Porcentaje de becarios seleccionados en becas de postgrado nacionales según institución de pregrado, año 2021

Institución	Magíster nacional	Doctorado nacional
Universidad de Chile	24%	13%
Pontificia Universidad Católica	15%	9%
Universidad de Concepción	13%	9%
Total	52%	31%

Nota: Porcentajes calculados en base al número total de seleccionados para cada concurso de Becas: 223 para Magister Nacional y 1085 para Doctorado Nacional. Fuente: elaboración propia en base a datos de ANID.

En suma, si bien la política de formación de capital humano ha permitido avances significativos en la democratización del acceso a la formación de estudios de postgrado, tanto en Chile como en el extranjero, es necesario reconocer las desigualdades estructurales que caracterizan el contexto educacional y social en Chile. Al momento de observar las trayectorias probables hacia los estudios de magíster y doctorado, se aprecia que la mayor parte de interesados en alcanzar estudios de postgrado son aquellos jóvenes que estudiaron en universidades consolidadas en investigación y cuyos jefes de hogar realizaron estudios de postgrado. Estos indicadores nos muestran la necesidad de reflexionar en mecanismos para que el factor de origen socio-educativo de estudiantes y profesionales no sea una barrera para su interés en formarse como capital humano avanzando.

Estudiar un postgrado en el extranjero

Como lo remarcan diferentes estudios sobre el contexto profesional actual (OCDE, 2010, 2017; UNESCO, 2018; CONICYT, 2019), formarse en el extranjero mediante un postgrado es una práctica favorable para las aspiraciones profesionales y sociales de los individuos[39]. Dominar otros idiomas, especializarse en ciertos ámbitos del conocimiento, conocer nuevas metodologías de trabajo o investigación, así como estar formado en las últimas tendencias de un ámbito profesional específico forman parte del "prestigio" de tener un "perfil internacional", un elemento necesario para lograr trabajos altamente calificados en el contexto profesional actual (Pinto, 2014; Cros, 2017).

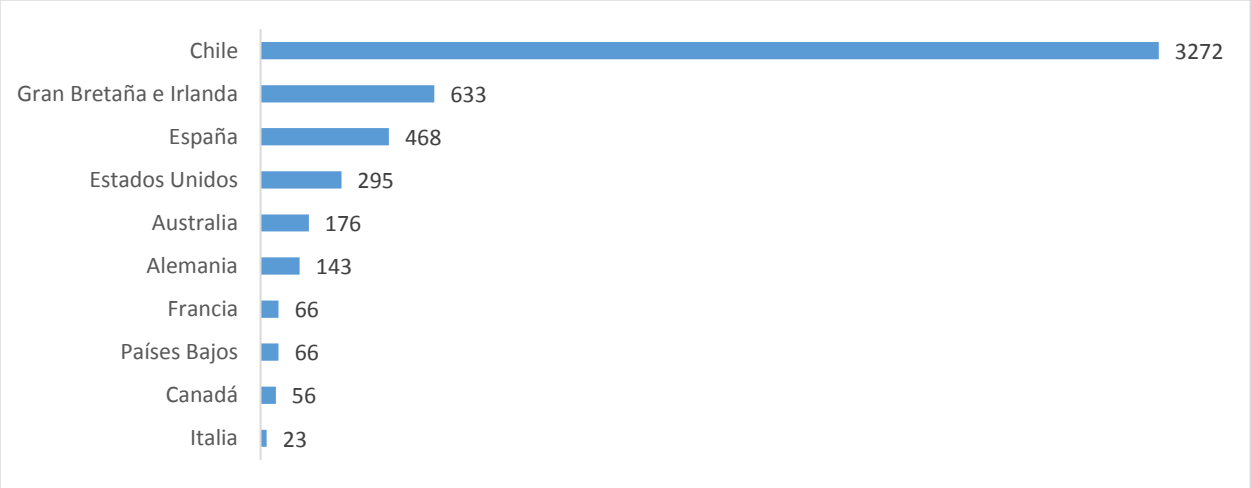
Este contexto ha motivado a profesionales y estudiantes a cursar estudios de postgrado en el exterior, parte de ellos formándose en el marco del PFCHA. Como se aprecia en el gráfico 5, si bien la mayor parte de los becarios de postgrado se encuentran cursando sus programas en Chile, existe

[39] El proyecto de formarse en el extranjero se relaciona con la forma en que las personas conciben su desarrollo profesional a partir del ejercicio de una disciplina y del mercado laboral. Esta representación es variable, pero se construye en estrecha relación con los aspectos biográficos y familiares, así como con su posición social (Pinto, 2014, 2017).

igualmente un considerable número de becarios cursando sus programas en el extranjero, especialmente en países caracterizados como polos de desarrollo de la investigación. Observamos que entre estos países se encuentran Gran Bretaña y Estados Unidos. Además, también se aprecia que un número de becarios se encuentra realizando sus estudios de postgrado en países con una larga tradición académica como España, Alemania, Francia o Países Bajos.

Esta importante presencia de estudiantes de postgrado formándose en el extranjero nos invita a reflexionar sobre la riqueza de la diversidad socioprofesional de este capital humano en formación, así como en sus perspectivas de inserción profesional[40].

Gráfico 5. Número de becarios vigentes según país de estudios, año 2020

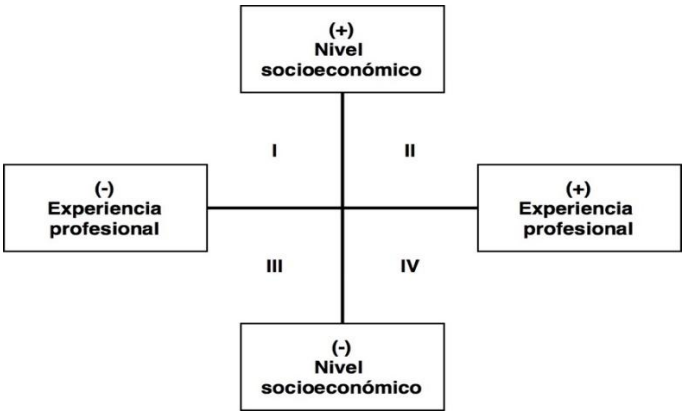


Fuente: elaboración propia en base a datos de la Subdirección de Capital Humano, ANID, 2020. Nota: considera número de becas vigentes en Doctorado, Magíster, Postdoctorado y subespecialidades.

A partir de la tipología de estudiantes de postgrado inscritos en universidades extranjeras propuesta por los trabajos de Pinto (2014, 2017), retomamos una propuesta de perfiles socioprofesionales en base a dos ejes que estructuran sus trayectorias y expectativas profesionales (ver figura 1). El eje horizontal concierne la experiencia profesional del individuo al momento de considerar la continuidad de sus estudios mediante un postgrado en el extranjero. El eje vertical se asocia al perfil socioeconómico de origen de las y los individuos. En base a la intersección de estos ejes, proponemos cuatro cuadrantes que podrían caracterizar los casos y perfiles más recurrentes dentro de las y los jóvenes profesionales chilenos que continúan sus estudios de postgrado en el extranjero.

Figura 1. Tipología socioprofesional de estudiantes de postgrado en el extranjero

[40] Las investigaciones sobre el tema señalan que se trata de un grupo más bien heterogéneo, donde podemos observar desde jóvenes que no habrían tenido los medios para financiarse sus estudios de postgrado, observándose el rol democratizador que pueden ejercer la política de formación de capital humano avanzado, hasta jóvenes con perfiles orientados a la realización de estudios en el extranjero desde el inicio del pregrado o incluso aquellos que cuyo proyecto no incluía en un primer tiempo realizar estudios en el extranjero (Pinto, 2017).



Fuente: elaboración propia en base a Pinto (2014) y Torres, Pino y Ayala (2017).

Cuadrante I

En este se caracteriza a los estudiantes una menor experiencia profesional y un perfil socioeconómico de clase media y media-alta. Si bien las motivaciones para formarse en el extranjero pueden ser diversas, existe como factor en común la decisión de tomar las oportunidades que se presentan al final de los estudios de pregrado, más que la planificación de un verdadero proyecto profesional.

Cuadrante II

En él se caracteriza a estudiantes que presentan una experiencia profesional más consolidada y una caracterización socioeconómica de clase media o alta. En el marco de este cuadrante, se pueden caracterizar tres perfiles principales.

Un primer perfil está muy ligado al mundo académico y científico. Se trata de jóvenes investigadores que obtienen su pregrado y se insertan en el medio universitario, principalmente como asistentes de investigación. Estos jóvenes buscan perfeccionar su carrera de investigadores mediante un postgrado en el extranjero. La experiencia de estudios en el extranjero puede, en algunos casos, producir una reconversión profesional en la que el estudiante se aleja del medio académico para orientarse hacia otras vías profesionales.

Un segundo perfil de este cuadrante se encuentra ligado al trabajo en el sector público. Se trata de jóvenes profesionales con experiencia en la administración pública que aspiran a un rápido ascenso al interior de este sector gracias a una formación en el extranjero, principalmente en los Estados Unidos. Este perfil busca obtener un magíster en el ámbito de gobierno, políticas públicas o ciencias políticas para luego de uno o dos años para convertirse en *Policy maker*.

Un tercer perfil proviene del sector privado. Se trata principalmente de ingenieros recientemente titulados o de jóvenes profesionales ligados al ámbito de las finanzas o de la administración de empresas. Caracterizados socioeconómicamente en estratos altos, estos estudiantes buscan hacer alguno de los programas de máster en finanzas o de MBA propuestos por universidades en los Estados Unidos.

Cuadrante III

En este cuadrante se caracterizan aquellos que podrían denominarse como "profesionales insatisfechos". Se trata de jóvenes que no han logrado consolidar una carrera profesional estable y sólida, principalmente titulados en carreras con expectativas profesionales inciertas o caracterizadas por una fuerte inestabilidad. Es un perfil asociado a ámbitos como las humanidades, las artes y a algunas disciplinas de las ciencias sociales. Para este perfil, el realizar estudios en el extranjero se presenta como una oportunidad de perfeccionamiento profesional que permitiría alcanzar un empleo estable.

Cuadrante IV

Este cuadrante caracteriza estudiantes que cuentan con experiencia profesional y que pertenecen a estratos socioeconómicos medios o medio-bajos. Se trata de profesionales que logran formarse en el extranjero principalmente gracias a los programas de becas de postgrado. En este perfil, la figura del profesor de establecimientos escolares tiene un rol importante. Se trata de jóvenes profesores de enseñanza básica o media que buscan reorientar sus carreras hacia el ámbito universitario o de la investigación.

Como se ha presentado en esta sección, existe un grupo heterogéneo de profesionales y estudiantes formándose en el extranjero. A pesar de sus diversos perfiles sociales, educacionales y profesionales, se trata de un grupo en contacto y formación con polos de desarrollo de punta en materia de ciencia, tecnología e innovación, así como en otros ámbitos profesionales. Ahora bien, este relevante capital humano en formación llama a reflexionar sobre sus posibilidades de inserción profesional en Chile, tanto en la academia como en otros sectores, así como otras formas de retribución al país que pueden realizar desde el extranjero.

Para concluir: algunas perspectivas sobre la retribución e inserción

Como se ha señalado a lo largo de este texto, desde mediados de los años 2000, el Estado chileno ha consolidado progresivamente una política de formación de capital humano avanzado, financiando la realización de programas de doctorado y magíster, así como de postdoctorados y otras especialidades. Esta política buscó dar respuesta al diagnóstico realizado por organismos internacionales, el cual señalaba un déficit en el número de profesionales con postgrado en Chile, en especial aquellos con doctorado, por lo que se debía incrementar la dotación de capital humano avanzado para alcanzar aquella de los países miembros de la OCDE (CONICYT, 2019). La evaluación del impacto de esta política ha sido positiva, destacándose el PFCHA como una base sólida para la formación avanzada de capital humano y de la innovación en Chile[41] (OCDE, 2010; CONICYT, 2017). Por ejemplo, entre los años 2008 y 2018, más de 6.000 becas de

[41] Además del PFCHA, debemos señalar otros factores que han contribuido en el desarrollo del número de profesionales con postgrado en nuestro país, especialmente la evolución que ha vivido el sistema de educación superior en Chile. Por una parte, las universidades han debido adaptarse a los nuevos requerimientos y demandas del mercado laboral chileno, generando una oferta de programas de especialización en postgrado para perfeccionar a estudiantes y profesionales en conocimientos avanzados. Por otra, el aumento de las exigencias institucionales para la acreditación y certificación de las universidades en Chile ha iniciado un proceso de complejización de estas, lo que ha implicado la generación de programas de doctorado y magíster, así como el desarrollo de la investigación en universidades que previamente se orientaban principalmente a la docencia.

doctorado y de 4.700 de magíster han sido adjudicadas.

Ahora bien, como señalan las evaluaciones de esta política (CONICYT, 2014; OCDE, 2012), todavía quedan elementos a mejorar, especialmente en lo que concierne a la falta de una política que aborde las dimensiones de inserción profesional y retribución al país[42]. Una realidad que toca especialmente al número de profesionales con doctorado. En efecto, la política implementada en Chile ha logrado aumentar considerablemente la cantidad de investigadores con grado de doctor, formados tanto en Chile como en el exterior. Sin embargo, estos avances también conllevan una serie preguntas: ¿en qué medida el sistema de educación superior podrá incorporar laboralmente al número de doctores recientemente formados o en formación?, ¿se desarrollará desde el Estado una política de inserción de estos profesionales?, ¿cómo fomentar la inserción de estos profesionales en otros ámbitos no universitarios?, ¿cómo reconocer las contribuciones que pueden realizar aquellos profesionales con doctorado que deciden quedarse en el extranjero?

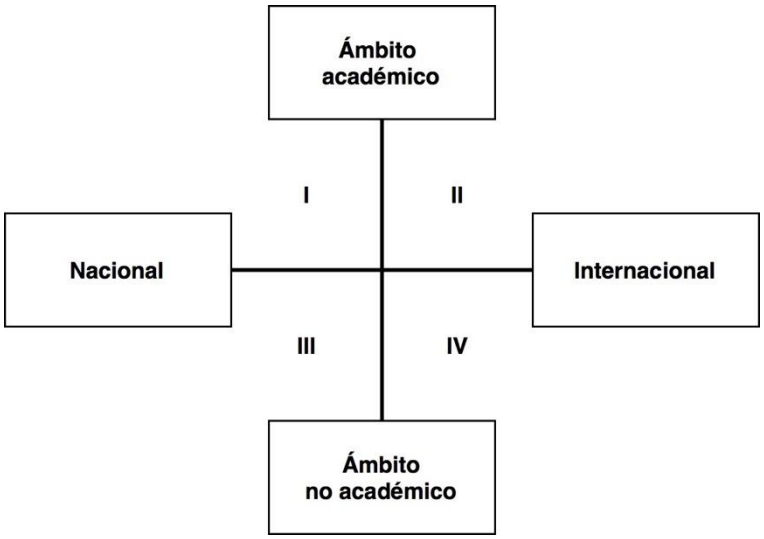
Sobre esto, la evidencia muestra que la tendencia se orienta a duplicar la población de científicos en Chile, poniendo en relieve los límites de la inserción laboral de este capital humano avanzado, en especial a nivel de doctores (González y Jiménez, 2014). Además, al no existir una política de inserción laboral y retribución para los becarios, se presentan una serie de dificultades con respecto a un correcto aprovechamiento de este capital humano avanzado para el desarrollo del país. Por una parte, como señala Pinto (2016), la inserción laboral de las y los ex becarios se presenta como incierta y dependiente de ciertas tendencias estructurales del sistema de educación superior como son la creación esporádica de puestos de planta o la dependencia de proyectos de investigación para obtener algún puesto a honorarios por un periodo limitado de tiempo. Por otra parte, al no existir una política de inserción, en una gran parte de casos, la inserción laboral depende de las redes profesionales e incluso del nivel socioeconómico, evidenciándose que aquellos profesionales formados en las universidades más prestigiosas y que cuentan con un mayor capital cultural y socioeconómico de origen logran de forma más efectiva su inserción profesional (Chiappa, 2020). Por último, como señala Pinto (2017), muchos de las y los becarios formándose en el extranjero se encuentran al terminar sus doctorados frente a bifurcaciones en sus trayectorias, tomando decisiones con respecto a continuar sus carreras en el exterior o incluso reorientarse profesionalmente hacia campos fuera de la academia, siendo este capital humano avanzado que decide realizar sus carreras en el extranjero una importante fuente de

[42] Las evaluaciones realizadas al PFCHA señalan que esta política se ha concentrado en formar profesionales con postgrados, sin incorporar a su diseño las problemáticas asociadas a la inserción laboral de estos. Sobre esto, los programas de becas incorporan el concepto de retribución como una forma de evaluar la finalización de estas. La retribución es entendida como un periodo de tiempo (de 4 a 8 años en la mayoría de los casos) en el que el becario, residiendo en Chile, debe contribuir al desarrollo del país, en ámbitos asociados al nivel de su formación y especialidad. Sin embargo, al no existir una política de inserción y retribución, cabe la dificultad de que los becarios puedan realmente insertarse profesionalmente en un contexto marcado por una saturación de la oferta de profesionales con doctorado en relación al número de puestos disponibles (CONICYT, 2014; OCDE, 2010).

conocimiento y experiencias para contribuir al desarrollo del país.

Este contexto llama a reflexionar sobre posibles vías de inserción y retribución de estos profesionales especializados. Para abordar esto, proponemos una tipología basada en dos ejes principales que articulan este proceso. El primer eje se encuentra relacionado con el desarrollo de la carrera en Chile o en el extranjero. Como bien han propuesto diferentes redes de jóvenes investigadores formándose en el exterior[43], la retribución al país debería ser considerada de manera flexible, reconociendo las diversas formas de contribución que se pueden realizar desde fuera de Chile (ReCH, 2020). Por su parte, el segundo eje considera la inserción laboral en sus diferentes ámbitos. Como la literatura sobre el tema ha identificado, la inserción laboral del capital humano avanzado, y en especial la de los doctores, debe considerar sus posibilidades fuera del ámbito universitario, siendo igualmente necesario fomentar la participación de estos profesionales en el ámbito productivo (González y Jiménez, 2014; Unesco, 2018; CONICYT, 2019).

Figura 2. Tipología de retribución e inserción profesional del capital humano avanzado



Fuente: elaboración propia.

Cuadrante I

El primer cuadrante representa la retribución e inserción de una trayectoria orientada al ámbito académico nacional. Se trata principalmente de un perfil que logró su inserción profesional en la investigación y docencia universitaria. En el caso de aquellas y aquellos doctores formados en el marco del PFCHA, su retribución cumpliría con uno

[43] Sobre este punto, debemos destacar el trabajo realizado durante más de una década por diferentes asociaciones y redes de estudiantes e investigadores chilenos en el extranjero y en Chile. Entre ellas, la Asociación de investigadores chilenos en Francia (EchFrancia), la Red de investigadores Chilenos en Canadá (Redicec), la Red de Investigadores Chilenos en España (Red Inche), entre otras, así como el importante trabajo de la Asociación Nacional de Investigadores en Postgrado (ANIP). De forma más reciente, se debe destacar igualmente el trabajo de la agrupación Redes Chilenas de Investigación (ReCh), organización que coordina distintas redes y asociaciones de estudiantes de postgrado e investigadores en Chile y el extranjero.

de los principales objetivos asociados a los incentivos de la formación de capital humano avanzado: el desarrollo de la investigación de alto nivel y la transmisión de conocimientos avanzados mediante la docencia universitaria en el país.

Cuadrante II

El segundo cuadrante aborda las formas de retribución que pueden desarrollar aquellas y aquellos becarios que lograron su inserción profesional en instituciones de educación superior en el extranjero. Sobre este punto, se debe destacar que, a pesar de no realizar su trayectoria laboral en Chile, este grupo humano representa un gran valor para el desarrollo científico del país. Como bien han indicado las redes de investigadores chilenos (ReCH, 2020), las posibilidades de retribución podrían abordar una diversidad de iniciativas como son la generación de publicaciones con afiliación a universidades chilenas en revistas de alto impacto, la divulgación científica en medios de comunicación, la recepción de estudiantes chilenos en universidades del extranjero y la colaboración en el uso de equipamiento científico no disponible en Chile, entre otras.

Además, se debe destacar la pertinencia de este tipo de iniciativas en un contexto marcado por la internacionalización de la investigación en Chile, la promoción de vínculos estrechos de colaboración científica entre países, así como el desarrollo de ofertas laborales nacionales e internacionales para las y los investigadores en función de sus proyectos de vida (Cros, 2016).

Cuadrante III

El tercer cuadrante representa las formas de inserción laboral y retribución realizadas por el capital humano avanzado en ámbitos no académicos a nivel nacional, particularmente en el caso de profesionales con doctorado.

Sobre este punto, como bien lo remarca Cros (2016), el desarrollo de la investigación a nivel doctoral permite la adquisición de competencias profesionales necesarias para la inserción no solamente en el ámbito académico, sino también en otros ámbitos como los sectores industriales o empresariales. Ejemplo de esto son competencias como la sistematización de la información, el desarrollo del pensamiento complejo o el de las llamadas *soft skills*, entre otras habilidades profesionales del siglo XXI.

La retribución de este grupo es relevante para los avances del país en el ámbito de la innovación de los sectores productivos. Como indican organismos internacionales, el desarrollo de la ciencia implica fomentar este diálogo entre el doctorado y el mundo profesional (Unesco, 2018). Sobre este punto, según la "Encuesta sobre trayectoria de profesionales con grado de doctor en Chile" (MinCiencia, 2019), además de la educación superior (84%), la inserción profesional de las y los doctores se encuentra en el sector empresarial (7%) y la administración pública (4%). Estos resultados ponen en evidencia la necesidad de fomentar este diálogo entre investigación, Estado y sectores productivos, ya que para aquellos becarios del PFCHA, el retribuir en estos ámbitos contribuiría con los objetivos declarados del programa: la generación de valor para el Estado, así como en actividades que potencien el desarrollo del país.

Cuadrante IV

En este cuadrante se caracteriza aquel grupo cuya trayectoria profesional se desarrolla en el extranjero y en ámbitos no académicos. Al igual que en los casos anteriores, las tendencias de la ciencia y la innovación en las sociedades actuales plantean como desafío para Chile el poder utilizar el capital humano avanzado que representan las y los profesionales chilenos que han decidido realizar su carrera en el extranjero (OCDE, 2010).

En el caso de los becarios del PFCHA, en especial los doctores, las bifurcaciones en las trayectorias de vida que caracterizan a este grupo pueden dirigirlos hacia una reorientación de sus carreras hacia los sectores productivos en el exterior (Pinto, 2017), dificultando cumplir con la noción de retribución como es actualmente definida desde la política institucional (ReCH, 2020). Sobre este punto, nuevamente una visión flexible sobre la retribución de las y los becarios permitiría un aprovechamiento de estos conocimientos. Como indican las redes en el extranjero (ReCH, 2020), en el ámbito de la investigación y desarrollo de los sectores industriales, se podría pensar que los becarios participen de la colaboración entre empresas públicas y/o privadas con inversión en Chile, así como en la transmisión de conocimientos, metodologías y/o experiencias adquiridas en el extranjero para ser difundidas en el medio nacional. Por otra parte, si la inserción profesional se desarrolla en ámbitos de organismos internacionales o del sector de las ONG, nuevamente se abre un abanico de posibilidades para pensar en marcos de colaboración y cooperación entre instituciones nacionales e internacionales, así como el desarrollo de seminarios, workshops u otras actividades de difusión y transmisión de conocimientos o experiencias. Sin duda, estos son solo algunos ejemplos de las diferentes formas de colaboración en las que podrían participar las y los becarios insertos profesionalmente en el extranjero.

Para concluir, las diferentes instituciones asociadas a la gestión y promoción del desarrollo del capital humano avanzado en Chile deberían comenzar también a orientar sus acciones hacia la promoción de iniciativas de inserción laboral de doctores. Esto no solamente para el ámbito universitario, ya que también debe pensarse la promoción y desarrollo de la investigación en los sectores industriales y empresariales. Esto es estratégico y podría generar una importante ventana laboral para estas y estos investigadores, quienes se enfrentan a un contexto laboral universitario cada día más complejo y competitivo. Además, no se debe dejar de lado el fomento del emprendimiento y la innovación en ciencia y tecnología, algo particularmente necesario en el caso de los países emergentes. Por su parte, las investigadoras e investigadores formados en el extranjero, que por diversos motivos optaron por continuar sus carreras en otros países, representan una oportunidad de conocimientos avanzados que debe ser considerada para el desarrollo de nuestro país: se trata de una preocupación que exige definiciones políticas. Esto implica avanzar hacia nuevos mecanismos de retribución, los que reconozcan la internacionalización, la producción y difusión científica, así como los avances en el ámbito productivo y de la innovación que caracterizan el desarrollo de

la ciencia y el conocimiento avanzado en las sociedades actuales.

Estos son procesos en que la diplomacia científica puede particularmente abrir espacios de cooperación, asumiendo que la internacionalización tiene vínculos necesarios con la formación de capital humano avanzado. Valoramos, en este sentido, la labor de la Academia Diplomática de Chile (ACADE) para incorporar estos temas en la visión país de un nuevo ciclo de política exterior.

Referencias

- CONICYT (2014). *25 años Becas de Doctorado CONICYT*. Santiago: CONICYT.
- CONICYT (2017). Resumen Ejecutivo de Evaluación Programas Gubernamentales: Programas Becas Nacionales de Postgrado y Becas Chile.
- CONICYT (2019). *Informe del Consejo de CONICYT 2015- 2018*. Santiago: CONICYT.
- Chiappa, R. y Muñoz García, A. (2015). Equidad y capital humano avanzado: Análisis sobre las políticas de formación de doctorado en Chile. *Psicoperspectivas*, 14(3), 17-30
- Chiappa, R. (2020). Seeking faculty jobs: exploring the relationship between academic's social class of origin and hiring networks in chilean universities. *Calidad en la educación*, (52), 205-238.
- Cros, F. (2017). Le doctorat et son enjeu social et international. En R. Torres (Dir.), *Devenir chercheur en sciences humaines et sociales. Expériences, regards et innovations* (pp. 154-161). París : L'Harmattan.
- González, H. y Jiménez, A. (2014). Inserción Laboral de Nuevos Investigadores con Grado de Doctor en Chile. *Journal of technology management & innovation*, *9*(4), 132-148.
- INJUV (2018). *9ª Encuesta Nacional de la Juventud*. Disponible en: https://www.injuv.gob.cl/encuestanacionaldejuventud
- Guerin, C., Jayatilaka, A., & Ranasinghe, D. (2015). Why start a higher degree by research? An exploratory factor analysis of motivations to undertake doctoral studies. *Higher Education Research & Development*, *34*(1), 89-104.
- McCulloch, A., Guerin, C., Jayatilaka, A., Calder, P. y Ranasinghe, D. (2017). Choosing to study for a PhD: A framework for examining decisions to become a research student. *Higher Education Review*, *49*(2), 85-106.
- MinCiencias (2019). *Encuesta de Trayectoria de Profesionales con Doctorado*. Disponible en https://observa.minciencia.gob.cl/encuesta/encuesta-de-trayectoria-de-profesionales-con-doctorado
- MINEDUC (2019). *Estadísticas de la educación 2018*. Santiago: MINEDUC
- Muñoz, M., y Blanco, C. (2013). Una taxonomía de las universidades chilenas. *Calidad en la Educación,* (38), 181-213.
- López, D. A., Rojas, M. J., López, B. A. and Espinoza, O. (2020). Quality assurance and the classification of

universities: the case of Chile. *Quality Assurance in Education*, 28(1), 33-48.
- OCDE (2010). *Reviews of National Policies for Education: Chile's International Scholarship Programme*. París: OECD Publishing.
- OCDE (2017). *Education in Chile, Review of National Policies for Education*. París: OECD Publishing.
- Pinto, C. (2014). Estudiar un postgrado en el extranjero: ¿una migración previsible? *Revista Sociedad y Equidad,* (6), 214-236.
- Pinto, C. (2016). Reflexiones sobre la inserción laboral de doctores en universidades chilenas. *Fronteras. Revista de Ciencias Sociales*, (3)1, 109-124.
- Pinto, C. (2017). *Migrations étudiantes sud-américaines. Trajectoires sociales et bifurcations*. París: La documentation francaise.
- Redes Chilenas (ReCH) (2020). *Propuesta Retribución Becarios Becas Chile*. Disponible en: https://redeschilenas.cl/wp-content/uploads/2020/10/Propuesta-Retribucion-ReCh-12.08.2020.pdf
- Reyes, C. y Rosso, P. (2013). Nuevo enfoque para clasificar las universidades chilenas. En M. Santelices, J. Ugarte, y J. Salmi, (Eds.), *Clasificación de Instituciones de Educación Superior* (pp. 135-151). Santiago: Ministerio de Educación.
- Torche, F. (2018). Intergenerational Mobility at the Top of the Educational Distribution. *Sociology of Education*, 91(4), 266-289.
- Torres, R., Pino, N. y Ayala, J. (2017). Les politiques pour la formation des docteurs au Chili et la situation professionnelle de ces jeunes chercheurs. En R. Torres (Dir.), *Devenir chercheur en sciences humaines et sociales. Expériences, regards et innovations* (pp. 109-123). París: L'Harmattan.
- Unesco (2018). *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: hacia 2030. Informe Regional de América Latina y el Caribe*. París: UNESCO.

Capacidades de las universidades chilenas: una dimensión territorial.

Andrea Rodríguez, Pablo Catalán y Marcela Angulo.

Chile es un país con una gran diversidad y longitud geográfica que, a diferencia de su larga extensión, concentra su población en el centro del país en la Región Metropolitana, con un 42% de la población total según la proyección del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el año 2021. Consecuentemente, la creación de conocimiento y la formación de pre y postgrado se correlaciona con esta realidad.

En una nueva institucionalidad, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), principal entidad del estado encargada de definir políticas en el ámbito de investigación e innovación, y de servir de articulador de los actores del sistema CTCI nacional, entra en funcionamiento el 2019 y se estructura inicialmente a lo largo del país a través de macrozonas. Cada una de las macrozonas no solo busca ser representativa de regiones geográficamente cercanas, sino que se define en función de las capacidades de investigación y desarrollo existentes en ellas. La Región Metropolitana, por su alta concentración de capacidades, es una macrozona en sí y cada una de ellas tiene una secretaría ministerial de CTCI que debe integrarse a los gobiernos regionales y servir de articulador entre las políticas nacionales y las estrategias regionales en el ámbito de CTCI.

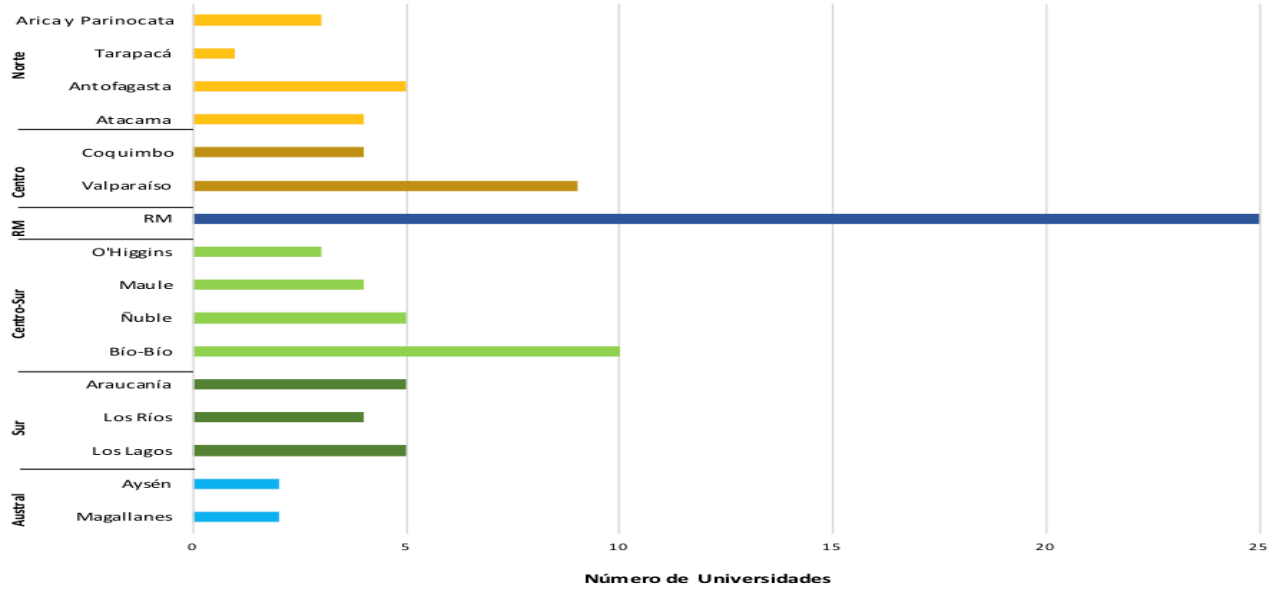
Al mismo tiempo, se encuentra en pleno proceso de implementación la nueva ley de descentralización, con la figura del Gobernador Regional electo y un progresivo proceso de transferencia de competencias. Esa nueva administración regional considera la creación de un División de Fomento e Industria y un Comité Regional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, y faculta a la autoridad para convocar a las secretarías regionales ministeriales y/o a las direcciones regionales de los servicios públicos para tratar sus políticas, estrategias, planes, programas y proyectos, a fin de que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de la estrategia regional de desarrollo.

Este simultáneo proceso de implementación impone un enorme desafío de convergencia y coordinación del nivel nacional con el regional en materia de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación. ¿Cómo puede, entonces, compatibilizarse el fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación de excelencia, con proyección global, considerando los desafíos regionales asociados a la superación de la pobreza, a mejorar salud y educación, a adaptarse y mitigar el cambio climático o la necesidad de aumentar la productividad, agregar valor y diversificar la economía regional? La respuesta no es simple.

En el contexto nacional, las Universidades Chilenas son el principal gestor de nuevo conocimiento, con más del 95% de la productividad científica nacional según datos de Web of Science del 2019. Además, son las entidades encargadas de formar capital humano avanzado a nivel nacional. Según la Secretaría de Educación Superior en su portal MiFuturo (2021), existen 57 universidades, de las cuales 47 se encuentran acreditadas o en proceso de acreditación. Usando como base estas 47 universidades, la gráfica siguiente da muestra de la presencia de estas universidades por región. Esta

distribución no da cuenta del tamaño ni del número de sedes de un centro académico por región, sino del número de distintas universidades existentes en cada una de ellas. La presencia de universidades no solo es factor de producción científica, sino que, siendo hasta el día de hoy las entidades donde ocurre la mayor inserción de investigadores, sirven como atracción de capital humano avanzado a las regiones.

Figura 2: Número de universidades acreditadas o en proceso de acreditación presentes por región y agrupadas por macrozona.

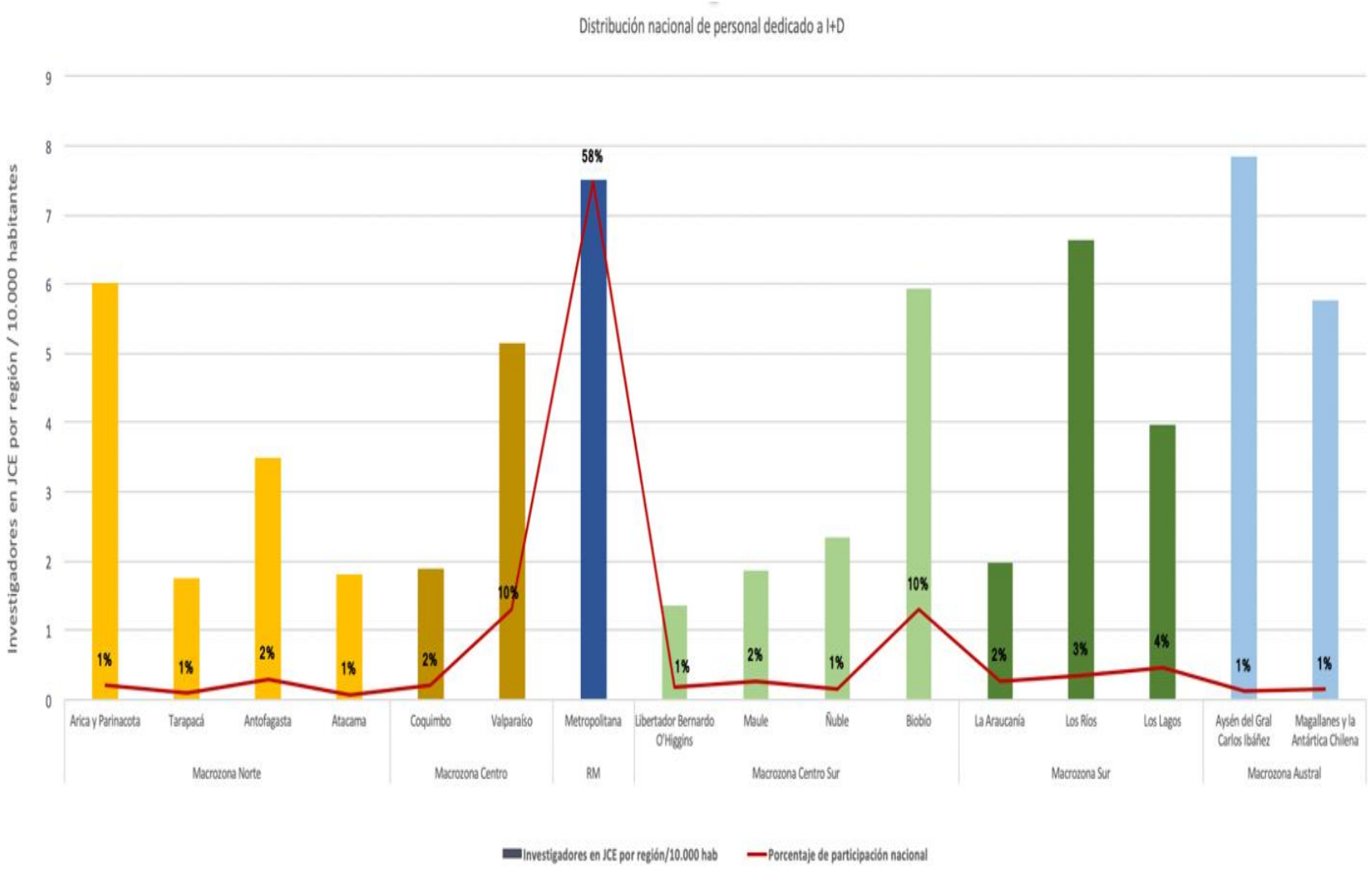


Capacidades regionales como creadores de conocimiento y formadores de talento

Analizar la capacidad de creación de conocimiento desde una dimensión territorial pasa por revisar tanto la capacidad de capital humano avanzado existentes y por formar, y los resultados de investigación e innovación que se dan en las regiones, lo que se sustenta fundamentalmente en las universidades instaladas en ellas.

El número de investigadores es la masa crítica para la generación de conocimiento y para sustentar los programas de formación. Según la encuesta de gasto y personal de I+D del 2018, el siguiente gráfico muestra la concentración de investigadores que se alinea con la concentración de población. De esta estadística, las regiones que concentran mayor número de investigadores por cada 1000 habitantes son las regiones de Aysén, Los Ríos y Metropolitana, con valores aún muy por debajo de los que corresponde a países de la OCDE. En base a los indicadores en OBSERVA (2021), Chile tiene en total 1,1 investigadores por cada 1000 trabajadores, mientras que el promedio de la OCDE es 8,6 con datos 2018, lo que demuestra aún la necesidad de crecimiento en esta materia como en la inserción de este personal no solo en la academia sino en los sectores de público y privado en general.

Figura 3: Distribución de jornada completa equivalente (JCE) de investigadores por región



A nivel de formación, la evolución de la matrícula de formación a nivel de pregrado ha tenido un crecimiento constante, desde 500.000 estudiantes en el año 2007 hasta poco más de 650.000 en el año 2020 cuando sufre una baja del 2,5% respecto al año anterior. A nivel de postgrado, los niveles de matrícula han fluctuado entre el 2013 al 2020 en un rango de 45.000 a 48.600 matrículas anuales. Cabe mencionar que esta matrícula no considera postgrados realizados en el extranjero, que para el año 2019, significaban que el 19% de las becas o subsidios estatales fueran para estudios en el extranjero. Siguiendo la concentración de la población nacional, los programas de postgrado se concentran en la región metropolitana, donde el 51% de los magister y el 49% de los doctorados chilenos se imparten en la Región Metropolitana. La distribución a nivel regional muestra también una clara relación con las urbes de mayor población, la cual se describe en la gráfica siguiente extraída de OBSERVA CTCI (2021).

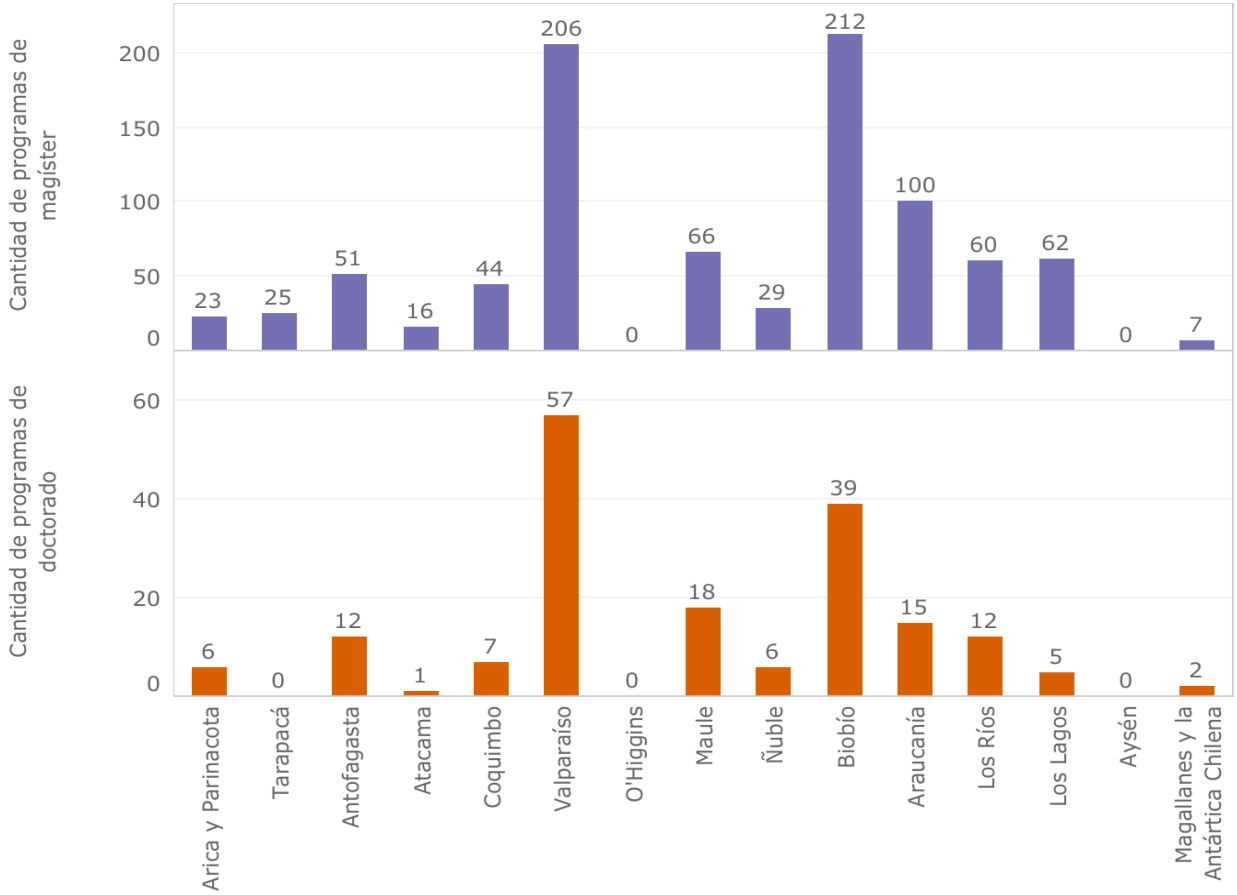


Figura 4: Distribución de programas de magister y doctorado por regiones, excluyendo la Región Metropolitana (OBSERVA CTCI (2021))

Es importante hacer notar que tanto la región de O'Higgins y de Aysén, aunque pueden tener sedes de otras universidades, solo cuentan con casas centrales de universidades estatales a partir del año 2015.

En cuanto a la productividad científica, según datos del año 2018 de DataCiencia de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), de un total de 23.035 publicaciones indexadas en Web of Science, Scopus o ScieLo, el 51% se encuentra en la Región Metropolitana. Siguiendo a la Región Metropolitana, las regiones de Valparaíso y Bío-Bío concentran la mayor cantidad de publicaciones con un 11% y un 10%, respectivamente, de las publicaciones a nivel nacional. Pero estos números deben analizarse en perspectiva, ya que el 58% de los investigadores jornada completa equivalente (JCE) habitan en esta misma Región Metropolitana, de manera que la productividad está claramente asociada a la densidad poblacional. Un panorama de la situación de productividad científica se describe en la siguiente gráfica extraída desde la plataforma OBSERVA CTCI (2021), donde los valores representan la productividad en publicaciones Web of Science, Scopus o ScieLo del 2018 normalizada por número de investigadores y clasificadas por macro zonas que corresponden la división dada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Es importante destacar que tanto la región de O'Higgins como Aysén que presenten las menores tasas de publicaciones por investigadores, solo después del 2015, comienzan a tener universidades con casa matriz en la misma región, situación que puede explicar la menor capacidad instalada para realizar investigación.

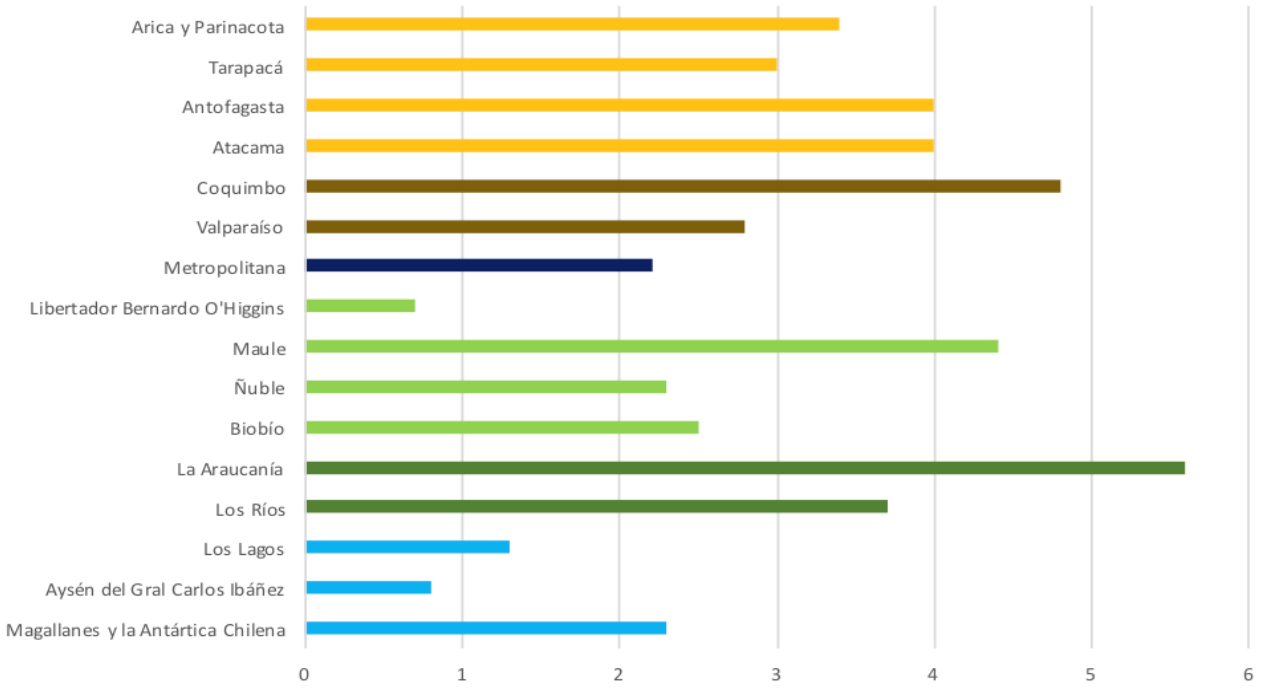


Figura 5: Productividad por región/macrozona normalizada por investigadores JCE 2018

El financiamiento a la ciencia, tecnología e innovación proviene esencialmente de las universidades y de fondos estatales. Desde el estado, la ANID gestiona la mayor cantidad de recursos a través de fondos concursables, los que en su mayoría son competitivos a nivel nacional. A nivel regional, y también en modalidad competitiva, se cuenta con los Fondos de Innovación para Competitividad (FIC), los que deben ser orientados a cubrir brechas que se alinean con las estrategias regionales y que, por lo tanto, no tienen el carácter de fondos dirigidos a investigación y creación de conocimiento fundamental.

A nivel de macrozonas, la evolución de los recursos destinados a I+D según datos reportados a través de la encuesta sobre Gastos y Personal en I+D del Instituto Nacional de Estadística (INE) y reportados en OBSERVA CTCI (2021) se muestra en la Figure 5. De esta gráfica se desprende un crecimiento constante en la macrozona Metropolitana, principalmente, seguido por la macrozona Centro Sur.

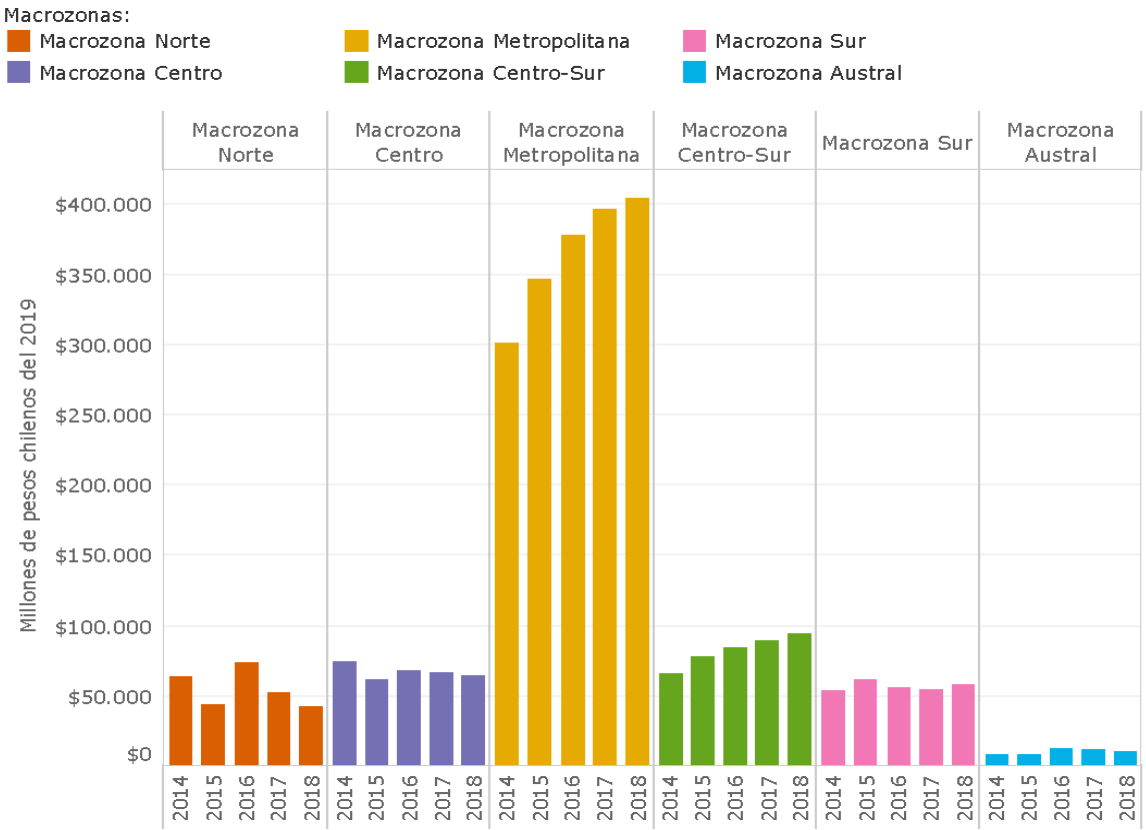


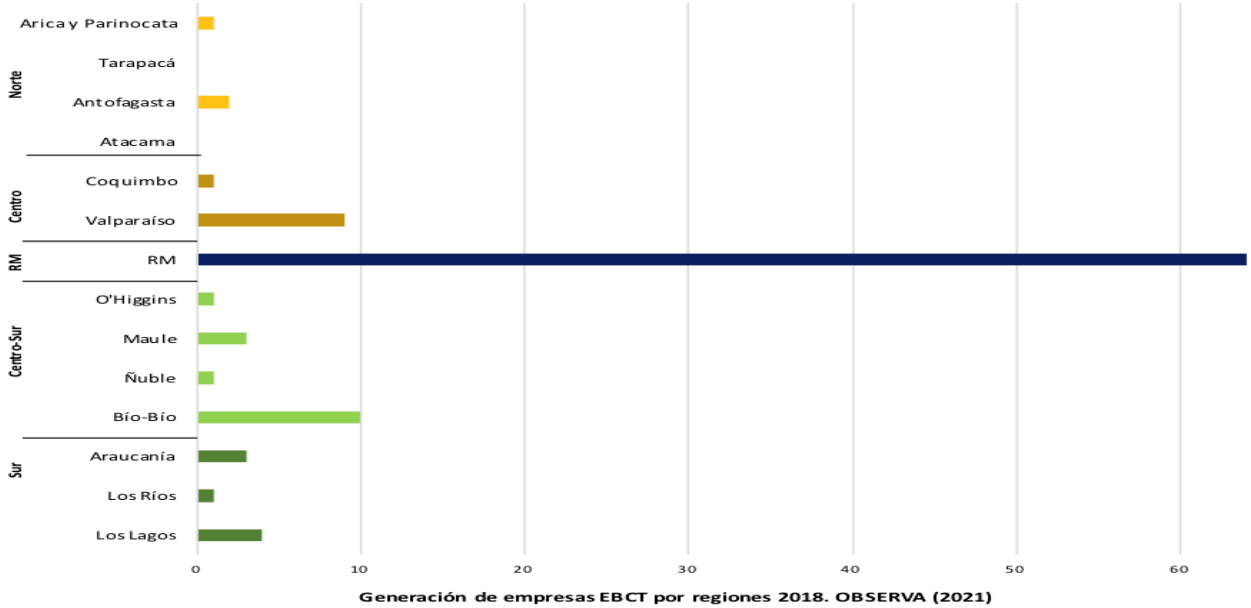
Figura 6: Evolución de gasto en I+D por macrozona

Se espera que la generación de conocimiento tenga un impacto económico, social y cultural del país. Al respecto, un indicador del esfuerzo que las universidades realizan para usar la ciencia en la búsqueda de soluciones técnicas es su interés por patentar para luego licenciar o transferir el conocimiento que generan.

Según la información entregada por Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INAP) en la publicación de Mercurio (2021), las solicitudes de patentes desde universidades chilenas han crecido un 75% en los últimos 5 años, incluyendo las solicitudes directas o PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes) como oficina receptora. Estas solicitudes de patentes están principalmente asociadas a universidades de mayor tamaño y complejidad, destacando a nivel nacional a la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción.

Aunque las patentes puede ser el primer paso en un proceso de transferencia, la real transferencia de tecnología a la sociedad se materializa a través de licencias o a través de la generación de empresas de base científico-tecnológica (EBCT). En términos de divulgación de invención y licencias, no hay disponible el detalle desagregado a nivel de región de licencias logradas por universidades, pero la información existente desde las oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTLs) da muestra de un número creciente de divulgación de invención y de licencia otorgadas, logrando un 50% más de licencias el 2019 respecto al 2015. Sin embargo, el número de licencias es bajo respecto al número de divulgaciones de invención generadas, alcanzando aproximadamente un 20% de licencias respecto a las divulgaciones de invención generadas en un mismo año. Por otro lado, y según antecedentes del registro de emprendimiento y EBTC del CTCI en OBSERVA (2021), el número de estas empresas en regiones representa el 36% de las empresas a nivel nacional para el 2018. Si vemos esto a nivel de las regiones, el siguiente gráfico ilustra el porcentaje de empresas EBTC por región, resaltando fuera de la Región Metropolitana, las regiones del Bío-Bío y de Valparaíso, lo se condice con las concentraciones urbanas respecto a otras regiones.

Figura 7: Generación de empresas EBCT por regiones 2018. OBSERVA (2021).



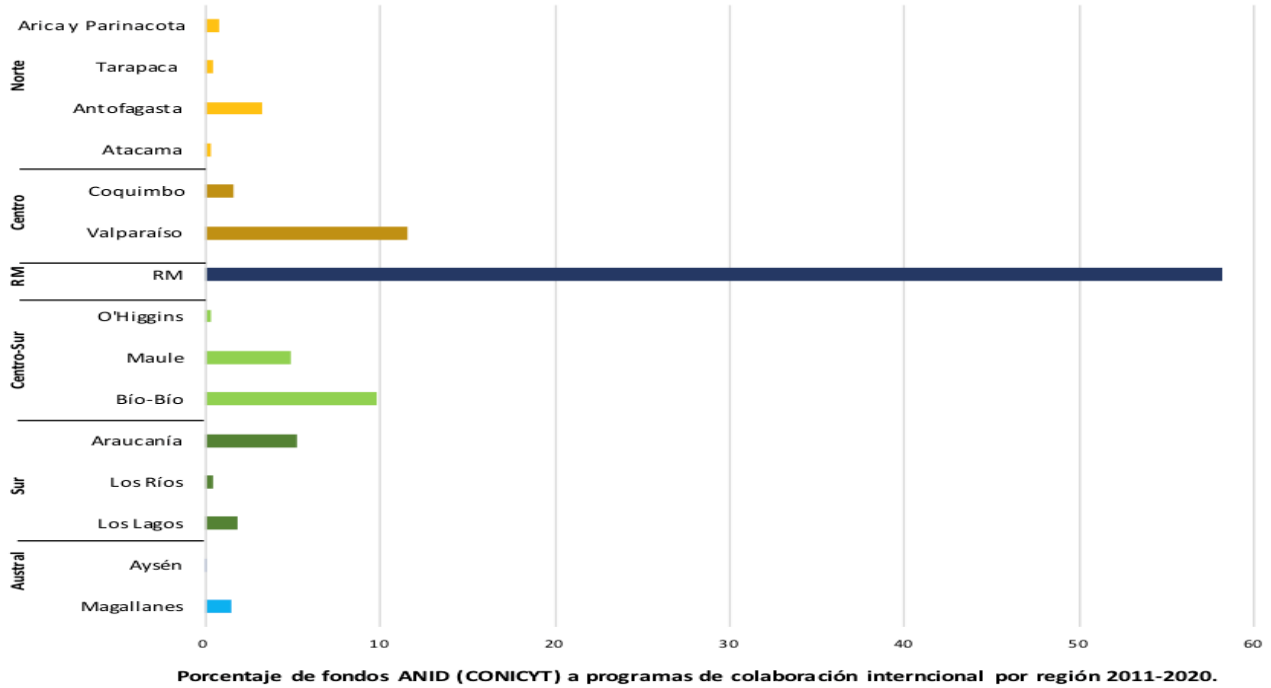
Experiencias en cooperación internacional

La experiencia en cooperación internacional desde las universidades chilenas ha sido más bien el resultado de iniciativas individuales o de subgrupos más que una estrategia integradora o consorciada, lo que lleva a que sus resultados vayan acorde a las capacidades y gestión de cada institución.

Los intereses de internacionalización involucran principalmente la cooperación en investigación y la movilidad de estudiantes y de académicos. A nivel de investigación, el 60% de las publicaciones a nivel nacional tienen colaboración internacional, destacando la colaboración con Estados Unidos, España, Reino Unido, Alemania y Francia, y siendo las áreas más destacadas en esta colaboración a nivel nacional astronomía-astrofísica y ciencias ambientales. Esta colaboración se logra a través de los vínculos de investigadores que han mantenido movilidad en el extranjero y donde es bien sabido que los vínculos internacionales pueden logran un mayor impacto en las publicaciones generadas.

Desde las regiones, la vinculación internacional sigue el mismo patrón de la productividad científica nacional, con una alta concentración en la capital de la colaboración científica internacional. La Figura 8 muestra la distribución del porcentaje de apoyos desde ANID (CONICYT) a colaboración internacional, donde la Región Metropolitana ha obtenido más del 55% la adjudicación de apoyos a internacionalización.

Figura 8: Porcentaje por región del financiamiento otorgado por ANID (CONICYT) en proyectos de colaboración internacional.



Apoyo a esta colaboración son los diversos instrumentos de la ANID, muchos de los cuales cubren movilidad de investigadores o alumnos. Los programas de colaboración no tienen una continuidad anual garantizada y algunos de ellos se focalizan en áreas temáticas específicas. De los instrumentos ANID (CONICYT) desde el 2004, los programas que abarcan la mayor cantidad de proyectos adjudicados son Redes Internacionales - Programa de Apoyo a Redes Internacionales entre Centros de Investigación, ECOS con Francia y MEC - Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero en Modalidad de Estadías Cortas.

De igual manera es bueno resaltar los programas de la Unión Europea (UE), que, siendo muy competitivos, aportan mayores recursos a investigación de frontera en colaboración con instituciones europeas. Esta cooperación se coordina a través de una Oficina de Enlace, quien difunde y promueve la colaboración científica, y donde el principal instrumento es el Programa Horizonte 2020 programa que reúne actividades de investigación e innovación. Este programa promueve la colaboración, pero existe poco registro público de los resultados de estos proyectos con colaboración de distintas instituciones nacionales.

Con respecto a la internacionalización de nuestra formación, y según datos desde el Sistema de Ingreso a la Educación Superior de Chile SIES (2019), el número de extranjeros matriculados en universidades el 2018 era de 22.780 que corresponde a un 13% más que la matrícula del año 2017, y que alcanza en términos del sistema general al 3,8% de las matrículas. Estos extranjeros provienen en forma especial de Latino América y el Caribe (92%), destacando Perú y Colombia con más del 10% respecto al número de extranjeros a nivel nacional. La Región Metropolitana concentra la mayor atracción de estudiantes extranjeros, y dentro de las regiones, las regiones del norte del país, Tarapacá y Antofagasta, sobresalen respecto a otras regiones del país. Las áreas más atractivas para estudiantes extranjeros son comercio, tecnología y salud. Del total de matrícula, el 6,3% son matrículas de doctorado y un 14,9% de magíster, siendo también congruente con la mayor cantidad de programas de magíster respecto a doctorado en el país (ver Figura 4).

El Ministerio de Educación ha entregado fondos destinados a la internacionalización de programas de postgrado, pero inicialmente sólo destinados a universidades acreditadas con el máximo de años, lo que en un comienzo solo favorecía principalmente a dos universidades, y luego fue ampliado a la Universidad de Concepción, como única universidad acreditada por 7 años desde las regiones. Resultado de estos instrumentos han sido foros bilaterales, en particular, el de Chile-Francia, Chile-Italia, Chile-Suecia y Chile-Japón. Nuevos instrumentos desde este mismo ministerio han relevado el valor de la internacionalización a nivel de formación de pregrado y permiten a las instituciones optar a fondos para fortalecer la movilidad y atracción de talentos a las universidades chilenas. Se desea el fortalecimiento de la internacionalización desde las universidades chilenas en general y la demostración de eso es que el Consejo de Rectores de Universidades Chilenas (CRUCH) cuenta con

una subcomisión especializada para este tema. En estas acciones de internacionalización, un trabajo coordinado con la diplomacia puede contribuir al posicionamiento de nuestras redes de ciencia, facilitar también la focalización del capital humano avanzado y, por cierto, acercar a las macrozonas y regiones a centros de formación y excelencia.

El desafío de la pertinencia territorial con proyección global

Las secciones anteriores a este capítulo hacen un análisis descriptivo de la situación actual en materia del rol de las universidades en CTCI, caracterizado por una alta concentración en la Región Metropolitana. Sin embargo, el aporte que desde los territorios se haga a la ciencia, innovación y emprendimiento es pertinente en un país que busca un desarrollo sostenible. Una descentralización en este sentido no implica la igualdad, sino generar la estructuras y capacidades territoriales que permitan el desarrollo global del país. El enfoque territorial permite analizar con mayor detalle y precisión campos de acción de la CTCI en un contexto social y económico que sirve no solo al mismo proceso de investigación, sino también al uso de los resultados de este proceso.

Las regiones tienen un tremendo desafío de identificar necesidades, definir retos y prioridades, y construir estrategias de desarrollo, con mecanismos que consideren amplia participación de los actores regionales.

El documento "Promoviendo Sistemas Locales de Innovación: el caso de Medellín, Colombia" de la OECD-Centro Leed (2015) presenta un detallado análisis de los principales ámbitos donde se debe poner atención para asegurar el impacto de las políticas a nivel regional. Se plantean 4 temas principales:

- Gobernanza multinivel. Es necesario establecer mecanismos eficientes para mejorar la coordinación vertical entre el estado, las regiones y los municipios, así como la coordinación horizontal entre distintos ministerios y agencias públicas, teniendo en cuenta que la innovación afecta directamente a todos los ámbitos de actuación política.
- Especialización inteligente. Es recomendable concentrar los escasos recursos humanos y financieros de ciencia, tecnología e innovación en unas pocas áreas prioritarias claramente articuladas de acuerdo con las fortalezas y ventajas comparativas regionales.
- Innovación social. Ante la prevalencia de la pobreza, las desigualdades y la economía informal, es preciso encontrar fórmulas para ligar más claramente el progreso tecnológico con otros objetivos sociales de forma que los resultados de las inversiones en I+D sean más inclusivos.
- Internacionalización. Para aspirar a convertirse en un referente internacional por su capacidad innovadora, las regiones deben mejorar su inserción en las redes globales de innovación, a través de la colaboración internacional en ciencia y tecnología, y a través de la atracción

de empresas, instituciones, financiación y capital humano.

Asimismo, plantea 5 prioridades para focalizar los esfuerzos de la política pública, a saber:

- Capital Humano, lo que es clave para el Sistema Local de CTI.
- Intensificación de la inversión en actividades de I+D orientadas al desarrollo socioeconómico de la región.
- Fomento a la innovación empresarial, apoyo a emprendedores y participación de actores estratégicos en actividades de CTI.
- Políticas públicas orientadas a promover la demanda de productos y servicios innovadores.
- Estrategias de atracción de inversiones intensivas en CTI.

Un enfoque de especialización inteligente para abordar las estrategias regionales de desarrollo (EU 2013), así como las estrategias de ciencia, tecnología e innovación regionales, permitiría alinear visiones, orientar las decisiones de financiamiento y avanzar hacia un desarrollo más basado en el conocimiento, superando de paso la enorme brecha que Chile exhibe en cuanto a la conexión entre el mundo del conocimiento y el sector productivo. En ese contexto, las capacidades humanas y tecnológicas de las Universidades y Centros de Investigación en las regiones son un activo que puede aportar significativamente hacia una sociedad más próspera, justa y equitativa.

A nivel nacional, nuevas iniciativas desde la ANID a través de nodos apuntan a un fortalecimiento de capacidades desde las regiones. Los nodos CTCI por macrozona tienen como misión la generación de estructuras, que en conjunto con las secretarias ministeriales de CTCI, permitan la comunicación, coordinación y planificación en temáticas de ciencia, tecnología conocimiento e innovación. Desde la macrozona sur esto se ha traducido en generar ejes de acción y mesas de trabajo con interacción de los distintos actores del sistema para levantar temáticas que representan desafíos y oportunidades macrozonales. Cabe destacar que existen temáticas como salud pública, cambio climático y escasez hídrica que son transversales a todo el país, pero también temática en torno a desastres naturales, educación rural y etno-territorial inclusiva que contextualizan las necesidades en forma territorial.

En esta misma línea y en el contexto de laboratorios naturales, preferentemente localizados fuera de la Región Metropolitana, el concurso de Nodos de Laboratorios Naturales desde la ANID tuvo como objetivo fortalecer la actividad científica en forma armónica con el desarrollo económico y social de los territorios. Ejemplo de estos logros son el posicionamiento de la Región de Magallanes en temas antárticos y sub antárticos a través de la instalación del Centro Subantártico Cabo de Hornos y la reciente adjudicación de financiamiento para un centro basal desde la ANID, sin por eso implicar la apropiación temática y generación de islas de desarrollo de conocimiento, sino un sistema colaborativo que levanta oportunidades regionales en CTCI.

Los territorios o regiones deben ser parte del desarrollo del país donde la creación de conocimiento en todas sus formas, la innovación y el emprendimiento sea base de su sostenibilidad. La experiencia en pandemia así lo demuestra. Como consta en el informe emanado por la Secretaría General del CRUCH, la Red de Diagnóstico coordinada por el Ministerio de CTCI y conjunto con las Universidades del CRUCH, dispuso en 11 regiones del país laboratorios que permitieron la descentralización en la capacidad de diagnóstico de COVID-19 en apoyo a los laboratorios de los servicios públicos. Esto no hubiera sido posible sin contar con capacidades en recurso humano e infraestructura que por años las universidades a lo largo del país han ido instalando con fondos propios y gracias a concursos de investigación de fondos públicos. Sin duda lecciones en situación de crisis debieran servir para enfrentar el futuro.

Oportunidades a través de la colaboración estratégica ciencia-empresa (casos de éxito)

Los procesos de interacción Universidad-Empresa están en la base más fundamental de los de la transferencia tecnológica. La agregación de valor demanda esfuerzos por parte de ambos actores de manera de encontrar sendas conducentes a la agregación de valor y a respuestas eficaces a la demanda por soluciones de base científico-tecnológica por parte de la empresa. En tal sentido, ambos actores necesitan abordar desafíos propios de vectores base en la construcción de procesos de interacción fluidos, eficientes, a través de los cuales ambos agentes comprendan las dinámicas de sus respectivas contrapartes. Se reconoce este enlace academia-empresa como una deuda pendiente de larga data, y una falencia importante, de nuestro sistema de creación de conocimiento, emprendimiento e innovación.

La Universidad, caracterizada por su capacidad de generación de conocimiento, recibe comúnmente la crítica por su velocidad de respuesta, o desorganización en su interacción con agentes externos, mientras por el lado de la empresa, se cuestiona en más de alguna oportunidad su visión de corto plazo hacia el desarrollo tecnológico (Bruneel, D'Este, and Salter, 2010; Freitas, Marques, and Silva, 2013; Tseng, Haung and Chen, 2020). Ello deriva en la demanda por estructuras organizacionales que permitan una clara concepción de la demanda por conocimiento científico-tecnológico por parte de la Empresa, así como una mejor concepción de la agregación de valor derivada de sus capacidades endógenas por parte de la Universidad. Las respuestas, a su vez, deben darse en virtud del segmento de empresa con el cual se trabaja, variando su rango desde aquellas empresas corporativas de mayor tamaño hasta la creación de nuevos emprendimientos de base científico-tecnológica, incluyendo el sector de la pequeña y mediana empresa. Tal perspectiva demanda consideraciones de distinta índole, en relación a madurez tecnológica, mecanismos de transferencia y mentoría de negocios, sumado a la pertinencia de voces profesionales expertas externas a la academia en procesos de toma de decisiones de gestión tecnológica en universidades. Además, lo anterior es una clara oportunidad para la formación de

capital humano avanzado en directa relación a las necesidades territoriales.

La Universidad de Concepción presenta al día de hoy una tradición histórica en su relación con la Industria. Relevante, no sólo para la consolidación de la Universidad, sino para el desarrollo económico del país, han sido sus participaciones en el diseño e implementación de diversos procesos productivos propios de industrias nacionales. A modo de ejemplo, profesionales e investigadores de la Universidad de Concepción desarrollaron nuevas tecnologías, además de procesos productivos propiamente tal, para las industrias minera y de pulpa y papel, cumpliendo un rol destacado en el proceso de consolidación de ambos sectores en el país. Asimismo, la Universidad, producto de tal orientación de uso, consolidó una competencia de alto registro en investigación aplicada, destacando a través de los años en el número de adjudicación de fondos públicos en el ámbito, como así muestran los resultados de concursos Fondef de los últimos años que la posicionan dentro de las dos instituciones nacionales, y la primera a nivel regional, con mayor número de adjudicaciones (ANID GitHub 2022). Ello ha significado interacción por parte de la Universidad con un alto número de empresas, derivando en productos tecnológicos que han traído consigo mejoras de productividad para la empresa en cuestión.

Sin embargo, la Universidad no ha sido inerte a las brechas anteriormente mencionadas. En la medida que su capacidad endógena científico-tecnológica se fue consolidando, críticas referentes a la velocidad a la eficacia de la respuesta de la Universidad a requerimientos industriales surgieron. Cuestionamientos a la organización de la Universidad en su forma de abordar los requerimientos de la empresa a la presentación de propuestas tecnológicas a la industrias local y nacional comenzaron a presentarse con mayor frecuencia. La recepción por parte de empresas de solicitudes de académicos/académicas o Centros de Investigación y Desarrollo de la Universidad sin orden ni estrategia común dificulta, por parte de la empresa, la comprensión de la oferta tecnológica universitaria. Al mismo tiempo, en caso de la empresa tener un requerimiento tecnológico, luego dar lugar a la correspondiente colaboración con la Universidad, surgía la crítica, por parte de la empresa, respecto de la no existencia de una entidad única, por parte de la Universidad, con la cual ellos pudieran interactuar. Ambas situaciones terminaban en varios casos perjudicando la fluidez de la relación.

En segundo término, en especial en el caso de empresas corporativas, la evolución de paradigmas de agregación de valor, demandó desarrollar mecanismos de interacción asociados a enfoques de mayor integralidad por parte de la Universidad. Las empresas no se interesaban exclusivamente en desarrollar proyectos de I+D, demandaban iniciativas de colaboración que agregaran a la generación de conocimiento el desarrollo de talentos y la interacción con el ecosistema de innovación y emprendimiento de la Universidad. Ello impulsado por la aplicación permanente de enfoques de innovación abierta,

conducentes a mayores patrones de colaboración. La definición de innovación abierta se sostiene en el principio de ubicuidad heterogénea del conocimiento, es decir, la empresa acepta que su stock de conocimiento tecnológico se ve incrementado de forma sustancial cuando se abre a interactuar de forma flexible y permanente con agentes de conocimiento externos, tales como universidades, empresas o startups.

En tercer término, el diseño de un nuevo mecanismo de interacción Universidad-Empresa requería explícitamente una mayor participación en la toma de decisiones de gestión tecnológica de voces profesionales de alta expertise provenientes de la propia empresa. Ello derivaría necesariamente en una mejor consideración de los requerimientos tecnológicos de la empresa, junto con contribuir a la implementación de procesos de toma de decisiones eficientes y eficaces.

En función de las tres brechas mencionadas, la Universidad de Concepción diseñó e implementó un nuevo mecanismo de interacción con empresas corporativas. El enfoque se define como un sistema de ventanilla única que integra tres pilares de acción -investigación y desarrollo, desarrollo de talentos e innovación y emprendimiento, considerando una estructura organizacional con alta participación de la empresa. El sistema de ventanilla única permite que la empresa canalice sus requerimientos tecnológicos por un solo canal de comunicación con la Universidad. Al mismo tiempo, académicos/académicas con interés en plantear a la empresa propuestas de desarrollo tecnológico encuentran una ruta institucional única para realizar sus planteamientos. Con ello, no sólo se facilita, sino que se ordena la comunicación entre ambas organizaciones.

La integralidad de la relación se da en función de la construcción de los tres pilares mencionados. El primer pilar, Investigación y Desarrollo, considera la realización de proyectos de I+D acorde a las necesidades de la empresa. Tales iniciativas pueden provenir de demandas directas de la empresa o de planteamientos de los académicos/académicas de la Universidad. El segundo pilar, Desarrollo de Talentos, abre alternativas de formación para estudiantes de pregrado y postgrado de la Universidad, en función de desarrollo de tesis o prácticas profesionales, como también para profesionales de la Empresa mediante programas de capacitación impartidos por académicos/académicas de la Universidad. Por último, el tercer pilar, Innovación y Emprendimiento, permite la aplicación del paradigma de innovación abierta por parte de la Empresa mediante la organización de desafíos de innovación dirigidos a estudiantes de pregrado y postgrado de la Universidad, como así también de programas de exploración tecnológica donde las unidades de gestión tecnológica de la Universidad convocan a startups nacionales e internacionales en función de necesidades planteadas por la Empresa.

Como un caso de éxito, en el año 2019 la Universidad de Concepción comenzó un trabajo de implementación del modelo de tres pilares descrito en conjunto con la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), empresa corporativa de

alcance internacional del sector de pulpa y papel. Al mes de diciembre de aquel año, ambas organizaciones firmaron un Convenio Marco, conducente a implementar una alianza estratégica multianual. Su organización se estructuró sobre un Consejo Estratégico, constituido por directivos de ambas partes, responsable por fijar los lineamientos de largo plazo de la alianza, y un Comité Ejecutivo, en el cual participan profesional de la Universidad y la Empresa, encargado de la ejecución operativa de la alianza, el cual se reúne de forma periódica.

Durante el primer año de ejecución, se desarrollaron 51 iniciativas estructuradas en 9 programas de trabajo conjunto, concernientes a los tres pilares de acción -Investigación y Desarrollo; Desarrollo de Talentos; e Innovación y Emprendimiento-. Ello ha supuesto la participación de más de 18 académicos/académicas de la Universidad de Concepción, 40 profesionales de CMPC y 207 estudiantes. Las acciones desarrolladas han sido producto de la estructura organizacional propuesta para gestionar la alianza, mediante la cual se han superado de forma gradual las brechas señaladas con anterioridad: orden, integralidad y participación activa de la empresa en definiciones estratégicas respecto del proceso de colaboración.

El éxito temprano registrado con CMPC impulsó a la Universidad a replicar el mismo modelo de interacción con otras empresas corporativas. El segundo caso corresponde a la empresa de telecomunicaciones WOM, de alcance nacional con inicio de actividades recientes a nivel internacional. Esta segunda alianza estratégica contempló la instalación de un Campus 5G en la Universidad de Concepción. Tal infraestructura permitirá el desarrollo de aplicaciones basadas en el uso de tecnología 5G, pudiendo tales innovaciones convertirse potencialmente en futuros emprendimientos de base tecnológica. Al mismo tiempo, en virtud del modelo de tres pilares, se considera el desarrollo de talentos mediante la implementación de programas de tesis y prácticas profesionales, además del desarrollo de proyectos de I+D.

A modo general, las Universidades necesitan de nuevos modelos de interacción con Empresas que puedan abordar las brechas detectadas en función de orden en la identificación de oferta y demanda tecnológica, participación periódica y activa de la Empresa en el proceso de toma de decisiones, y la integralidad de la relación dado los nuevos paradigmas de innovación abierta hoy presentes. La experiencia desarrollada por la Universidad de Concepción en conjunto con las dos empresas mencionadas ofrece una alternativa de solución a las brechas descritas. Su éxito depende de definiciones institucionales que permitan la incorporación de prácticas flexibles y eficientes.

Apreciamos que la ACADE aborde la ciencia y el conocimiento desde una perspectiva integradora de lo territorial, donde existen amplios desafíos para la política exterior y la diplomacia. Desde allí, se puede contribuir a abrir espacios de cooperación para el posicionamiento internacional de Chile.

Referencias

- ANID Ciencia (2022). https://github.com/ANID-GITHUB
- Bruneel J., D'Este P., y A. Salter, (2010), "Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration", Research Policy, 39(7), p.73-90.
- CRUCH (2020). "Iniciativas de las Universidades del CRUCH para Prevenir la Expansión del Contagio de COVID-19".
- DATACIENCIA (2021). Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. En https://dataciencia.anid.cl/
- EU (2013). "Política de Cohesión 2014-2020", Estrategias Nacionales y Regionales para la Especialización Inteligente (RIS3).
- Freitas I., Marques R. y E. Silva, (2013), "University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries", Research Policy, 42(2), p.443-453
- Mercurio (2021). Solitudes presentadas ante el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual. Innovación #118.
- MiFuturo (2021), Secretaría de Educación Superior. En https://www.mifuturo.cl/buscador-de-instituciones/
- OBSERVA (2021). Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Observa. En https://observa.minciencia.gob.cl/
- OECD-Centro Leed (2015), "Promoviendo Sistemas Locales de Innovación: el caso de Medellín", Colombia.
- SIES (2019). "Informe de Matrícula de Estudiantes Extranjeros en Educación Superior- Matrícula 2018".
- Tseng F.C., Huang M.H., y D.Z. Chen, (2020), "Factors of university-industry collaboration affecting university innovation performance", Journal of Technology Transfer, 45(2), p.560-577.

SEPARATA VIII.

INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN:

UN NUEVO CICLO DE OPORTUNIDADES.

Nota introductoria.

Emb. Pedro Oyarce[1].

Los importantes espacios que los Emprendimientos de Base Científica-Tecnológica (EBCT y conocidos como *Start-Up*, en inglés) han generado en nuestro desarrollo, creando condiciones para una nueva mentalidad innovadora, facilitando el posicionamiento de Chile en las redes globales del conocimiento. Ello presenta diversos desafíos para la Política Exterior.

En el artículo de Start-Up Chile, se recuerda que el primer elemento transformador, ha sido el cambio cultural, orientado a estimular el valor agregado de las nuevas tecnologías y el fomento de la innovación en las empresas emergentes, con alto crecimiento exponencial: ello constituye una ventaja competitiva. Se hace un repaso de 10 años, en el cual más de 2.200 start-ups generaron 36.000 empleos, transformando a Chile en un referente de aceleración de negocios, con apoyo público.

Uno de los mensajes centrales de este artículo es la necesidad de implementar "economías colaborativas" que, probablemente, sea uno de los aprendizajes en un momento de crisis, marcado por la pandemia, donde la industria del capital de riesgo y el *corporate venturing* profundizan los beneficios de un trabajo con las EBCT. Lo que se inició como un experimento audaz tiene, en la actualidad, un impacto en la economía y ha transformado a nuestro país en un hub de emprendimiento regional con proyección.

Las *scale-ups*[2] serán protagonistas de la reactivación económica puesto que son intensivas en I+D+i para su crecimiento. Son empresas que, por lo general, ya tienen una posición en el mercado y que el manejo de conocimiento científico y de innovación tecnológica debe facilitar su apertura hacia nuevos "nichos" y oportunidades de negocio.

Este artículo concluye con las proyecciones y desafíos para consolidar a nuestro país como polo de inversión y levantamiento de capital en start-ups nacionales. Recuerdan que es vital posicionar a Chile en el escenario latinoamericano de inversión en startups, ya que, a nivel nacional, 89% de los fondos provienen del exterior. Es interesante analizar cómo la Política Exterior se sitúa en este escenario para favorecer el acceso al talento, al financiamiento, al fomento de la innovación y estimular la internacionalización.

En el artículo de Varinka Farren, Fernando Venegas y Francisco Rodríguez se hacen interesantes reflexiones sobre la transferencia tecnológica en Chile, como un

[1] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

[2] Se define a una Scale-Up como una empresa con un crecimiento medio de los empleados o de la facturación superior al 20 % anual durante un período de tres años y con más de diez empleados al principio de la actividad. Disponible en: https://www.ie.edu/insights/es/articulos/de-startup-a-scaleup/

tema en el cual interviene el ecosistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación en su conjunto. Enfatizan la orientación de la transferencia tecnológica hacia el desarrollo inclusivo y sostenible. En este proceso, la política exterior debe estar preparada para contribuir al posicionamiento del país porque la dimensión internacional también se expresa en el crecimiento y en la sustentabilidad. Lo anterior incide en la sociedad de un país abierto al mundo.

Este texto analiza diferentes elementos de la noción de transferencia tecnológica. En particular, se refiere a las universidades y a los centros de excelencia para avanzar hacia una economía y una sociedad del conocimiento. Se recuerda también que el potencial innovador de los países no solo se mide por la inversión en I+D+i, sino también intervienen otros factores que inciden como la concentración de investigadoras e investigadores por número de habitantes, la densidad de empresas de alta tecnología, el registro de patentes de invención, la inversión en educación superior y la colaboración tanto de la industria como del sector público al PIB, a nivel global.

En este contexto, Chile se ha constituido en uno de los referentes de América Latina, aunque nuestros indicadores de inversión en I+D+i se encuentran bajo el promedio regional (Brasil invierte el 1,10 % en CTI de su PIB; Chile, el 0,36%). El texto plantea cómo se ha debilitado el paradigma reduccionista que entiende a la ciencia y la tecnología como disciplinas focalizadas, fundamentalmente, en el crecimiento económico y la productividad. Advierten la necesidad de considerar el impacto de la CTCI sobre otras dimensiones de la realidad socio-cultural y los sistemas socio técnicos: calidad de vida, salud pública, competencia de instituciones, empresas y comunidades, cultura y medioambiente.

La transferencia tecnológica adquiere, como aquí se expresa, un sentido estratégico si esta supone un desarrollo materializado del conocimiento, tal como lo demostró la producción de ventiladores mecánicos durante la pandemia. Ello evidenció que, a partir de esas realidades, es posible mejorar las capacidades industriales y de desarrollo productivo e incluso, ser competitivos en lo tecnológico.

Este artículo concluye identificando para Chile, desafíos en diferentes ámbitos como lo institucional y lo normativo, especialmente buscando coherencia jurídica, las potencialidades del emprendimiento de base científico-tecnológico y la necesidad de promover la investigación aplicada para mejorar los resultados de los procesos de transferencia tecnológica hacia la industria, buscando atender los problemas y las realidades del mercado. Allí, una definición de prioridades para implementar una visión de país, desde un enfoque "por misión" es estratégico para el desarrollo con sentido prospectivo de nuestras ventajas comparativas como son las energías renovables no convencionales, el hidrógeno "verde", los laboratorios naturales o la industria 4.0.

Constituye una interesante reflexión acerca de la forma en la cual la transferencia tecnológica se ha consolidado en las

agendas de política exterior y donde la gestión diplomática permite generar condiciones para múltiples actores que deben asumir la naturaleza internacionalizada de estos procesos y sus asociatividades. Es estimulante que en estos escenarios se esté asumiendo la acción de la diplomacia.

Se valora que ámbitos intensivos en tecnología están llamados a desempeñar un papel preponderante en nuestra visión de país. La formación de las futuras generaciones de diplomáticas y de diplomáticos debe estar inserta en dimensiones que debemos observar como el metaverso. Allí, diversos estados ya han instalado representaciones diplomáticas, que deben provocar una reflexión a niveles de planificación estratégica en el marco de una política exterior de futuro.

Especialistas de InvestChile califican a la IED como una fuente de crecimiento económico, modernización, empleo y bienestar, recordando beneficios puntuales como mejoras en la productividad, señalización económica, transferencia tecnológica, apertura de mercados, aumento de la competencia y diversificación productiva. Un tema central abordado es la creación de ecosistemas de negocios que deben generar sinergias con la economía local.

El artículo focaliza, de manera especial, la digitalización, donde la velocidad del cambio tecnológico ha sido tan vertiginosa que ha logrado transformar industrias en menos de tres décadas. Los consecuentes efectos sociales son parte de una evidencia. Se han generado nuevas funciones en la manera en la cual la sociedad se comunica e informa.

Conviene observar cómo identifican la actividad de los países desarrollados en la preproducción (I+D) y en los servicios post producción. Los países en desarrollo (PED), en cambio, reciben la mayor parte de las inversiones en proyectos relacionados con la infraestructura y capacidades, así como actividades de producción más intensivas en trabajo. En el caso de Chile, se ha consolidado como hub digital en la región, liderando la inversión en tecnologías de la información (TI) y en la economía de este sector. Esto es un hecho objetivo e iniciativas como los cables de fibra óptica Humboldt (para conectar América del Sur con el Asia-Pacifico) o del proyecto Curie (con la participación de Alphabet) reflejan esa proyección.

La publicación analiza los desafíos de la digitalización para Chile, en el marco normativo y regulatorio. En el centro de ello, se encuentra el acceso y el uso de los datos que, en una economía digital, son esenciales para la innovación. Se recuerda que el tratamiento de los datos personales está siendo objeto de tramitación legislativa, para establecer regulaciones sobre el derecho de los titulares, consentimiento, obligaciones y actividades de control.

Por último, las y los autores, se refieren al capital humano avanzado (CHA): pieza clave para la economía digital, recordando que Chile debe seguir creciendo en términos de disponibilidad de talentos para el sector y donde es estratégico cerrar brechas. Este es

un tema donde InvestChile tiene una responsabilidad.

Desarrollar iniciativas, informar, promocionar, coordinar e incentivar el ingreso de IED, además del mejorar el clima de la inversión es un reto para InvestChile. Esta institución realiza una acción de diplomacia directa al incentivar iniciativas que entregan una oferta de valor, donde el sector tecnológico y la economía digital son siempre puntos de atención para la inversión extranjera.

La diplomacia debe desplegar "antenas", es decir estar atenta y en capacidad de reaccionar tempranamente ante oportunidades tanto de atracción de IED hacia Chile como también de sugerir nichos en los cuales la IED nacional puede tener ventajas competitivas.

El desarrollo y la evolución internacionales de la propiedad intelectual e industrial es abordado en un artículo del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI). Se analiza la tradición de nuestro país en materia de reconocimientos de los derechos de propiedad intelectual e industrial, en particular, en el contexto de la política comercial (1990). Allí se articuló un sistema de protección con altos estándares, lo que se facilitó con el cambio del modelo de innovación a nivel global, producido por la mayor disponibilidad de tecnologías y la maduración de algunos programas tecnológicos locales.

El experto chileno Pedro Roffe está vinculado al origen del concepto de la arquitectura internacional de la propiedad intelectual. Ella contiene diversas generaciones de tratados globales y de acuerdos bilaterales, plurilaterales y multilaterales que, de alguna manera, representan, un desarrollo progresivo de las convenciones de París sobre Protección de la Propiedad Industrial (1883) y de Berna sobre Protección de Obras Literarias y Artísticas (1886).

Se recuerda que en las bases de esta construcción se encuentran los Acuerdos sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIPS, sigla en inglés). Tal como se indica en este artículo de INAPI, ADPIC incorpora las disposiciones sustantivas de los convenios de París y de Berna, en cuanto a solución de controversias.

Sin embargo, asigna un rol a la Organización Mundial de Comercio y al régimen global de intercambio entre países dentro de la normativa y gobernanza de la propiedad intelectual e industrial: esta es una temática en la cual, durante toda la duración del Acuerdo General sobre Tarifas y Comercio (GATT, sigla en inglés), el rol de la Organización Mundial sobre Propiedad Intelectual era evidente y claro.

La inclusión de todos estos temas dentro del régimen global de comercio ha sido compleja y quienes colaboraron con este artículo recuerdan que para minimizar el impacto de la adopción de los acuerdos ADPIC/TRIPS, los países en desarrollo pudieron postergar la protección, en lo que se conoció con el *swiss pipeline*. Posteriormente, la pandemia del COVID-19 trajo el problema de la flexibilidad de los

Acuerdos ADPIC/TRIPS en temas relacionados con la salud pública.

La INAPI ha ido más allá de su rol como articulador del ecosistema de propiedad intelectual, avanzando hacia una agencia de innovación para acelerar los procesos de desarrollo de los países.

Esta separata concluye con el análisis de la investigación orientada por misión (IOM). Se trata de una opción efectiva para quienes generan, transfieren y difunden conocimiento, a fin de abordar temas de alta prioridad nacional. Carlos Ladrix aborda la IOM como un concepto relativamente nuevo en Chile y recuerda el interés de orientar la CTCI a atender urgencias del país y avanzar hacia un nuevo modelo de desarrollo.

En el artículo, se califica la IOM como un punto de partida para activar el sistema de CTCI, movilizando a la sociedad civil, al Estado y al sector privado. Enfatiza el fuerte vínculo con las políticas de innovación, aunque se reconoce que el gasto en I+D+i, como porcentaje del PIB, ha sido el indicador que marca la agenda. De hecho, uno de los anuncios centrales del Gobierno es el de duplicar la inversión en I+D+i en este cuadrienio. Lo que es interesante, además, es que este incremento, debería financiarse no solo con aportes públicos sino también por privados, mejorando la proporción con que las Empresas contribuyen al total del gasto en I+D+i, que alcanza a un 35%.

La IOM ofrece una oportunidad metodológica y práctica para una focalización temática, involucrando a diferentes actores, a fin de obtener un beneficio social amplio del conocimiento y de la innovación. El artículo muestra cómo en el Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación, al definir las políticas de CTCI, junto a otras Secretarías de Estado, pueden implementar este modelo por misión, de creciente interés para el sector público, académico y privado. Se recuerda que la Unión Europea define a la IOM como un modelo ambicioso, exploratorio y disruptivo por naturaleza, destinado a resolver un problema específico de alto impacto, en un periodo definido.

Lo interesante es que este esquema, de acuerdo al autor, proporciona beneficios pues aumenta, de manera crítica, tanto el trabajo de investigación como la formación de redes, orientando al conocimiento hacia publicaciones y proyectos con impacto, que sintonizan con las necesidades de la sociedad. Este también facilita una gobernanza multiactores que exige consensos y concede legitimidad social a decisiones y proyectos, abriendo espacios para la creación de nuevos mercados e industrias.

Esta interesante y breve reflexión concluye señalando que la orientación de nuestro país hacia suscribir acuerdos globales, participar en instancias multilaterales, a destinar la política industrial hacia misiones y a fortalecer el ecosistema de CTCI constituyen condiciones favorables para desarrollar un enfoque de IOM, con un fuerte componente de CTCI. Uno de los grandes desafíos para implementar la IOM es tomar decisiones e implementar acciones para evitar que se acentúe la fragmentación del Estado y también encontrar mecanismos de

coordinación amplios, en especial en el ámbito regional.

Para ello, convendría, como lo señala el autor, al citar a José Miguel Benavente, señalar que "la nueva política industrial se basa en esta idea de misiones. Esto tiene un despliegue territorial importante [donde se debe] incorporar a todas las comunidades, el territorio, los intereses de la sociedad civil y la protección de muchos elementos que tienen que ver con recursos naturales, de manera que sea una situación ganadora para todos". Ladrix destaca el modelo ARPA, creado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, para implementar misiones destinadas a trabajar en torno a tecnologías disruptivas. La acción de la diplomacia debe ser parte de esta visión, generando condiciones para el posicionamiento internacional de Chile.

Chile: generador de un ecosistema de emprendimiento

Equipo Start-Up Chile de Corfo.

Introducción

Chile se ubica en el extremo sur del mundo, lo que puede parecer aislado a nivel regional y global. Sin embargo, en los últimos 12 años, su ecosistema de innovación y emprendimiento ha adquirido una visibilidad mediática. Desde el nacimiento de Start-Up Chile, en 2010, la primera aceleradora pública, administrada por la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), el país se ha consolidado como *hub* para el desarrollo e incubación de startups de Latinoamérica, convirtiéndose en referente mundial.

Esta plataforma, originada a partir de una política pública disruptiva, se transformó en un referente para el fomento de la innovación. En el transcurso de esta década, más de 30 países han tomado a Chile como modelo para conformar sus ecosistemas de innovación y emprendimiento.

Este es un desafío de Estado, en el cual la Política Exterior puede contribuir a consolidar el posicionamiento de Chile como un centro integrado a la red global de *hubs* que se han constituido en referentes de la innovación, del emprendimiento y de procesos transformadores de alto impacto tanto para el crecimiento económico como para el bienestar social. En estas reflexiones, se efectúa una relación de las definiciones que han estimulado estos procesos en un país que asume a la CTCI y a las tendencias emergentes como oportunidades para agregar valor a nuestro modelo de desarrollo.

El inicio de Start-Up Chile

Es fundamental considerar, para este efecto, el contexto nacional del año 2010. Este fue un año muy particular, toda vez que Chile estaba lidiando, por una parte, con los efectos de la crisis financiera global *Subprime* del año 2008. Por otra, se encontraba en una fase de reconstrucción tanto de su infraestructura como de su tejido social, luego del terremoto y tsunami del 27 de febrero de ese año. Este fue uno de los más fuertes registrados en la historia[3] y que afectó a la zona centro sur de Chile. La crisis económica-social era inminente y las decisiones gubernamentales para reactivar la economía y levantar al país, marcarían de forma crucial a nuestro país, en los siguientes años.

Hasta ese momento, Chile era conocido principalmente por la explotación de sus recursos naturales, enfocándose en la agricultura, la minería cuprífera, la industria vitivinícola y la producción de salmón. El emprendimiento tecnológico aún no estaba instalado en la mentalidad de los chilenos: las iniciativas de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) eran mínimas, además que los proyectos emergentes usaban escasa tecnología, había poca orientación a

[3] 8,8 en la escala Richter.

internacionalizar los negocios y la innovación no era considerada como un tema relevante en la agenda del sector empresarial chileno. Sin embargo, al igual que en otros países, la crisis permitió dar paso a una revolución.

En esa época, en lugares como Silicon Valley, Israel y Singapur se estaban incubando y acelerando grandes y ambiciosas ideas de negocios, que unos años más tarde lograrían revolucionar sociedades e industrias en su totalidad. Empresas como WhatsApp, Uber, Dropbox y Airbnb nacieron y escalaron en medio de la crisis global, logrando impactar sustancialmente en la economía de sus países.

Apoyo de Corfo

Al tener en consideración los antecedentes previos al nacimiento de Start-Up Chile, era evidente que el primer desafío sería generar un cambio cultural en la mentalidad de los chilenos en cuanto al emprendimiento. Especialmente, aquellos vinculados a ideas con base tecnológica para su desarrollo.

Se debía cambiar la disposición a adoptar esas nuevas tecnologías y el fomento de áreas de innovación en las empresas, para lo cual era inminente que el fracaso debía dejar de considerarse como algo negativo, sino como una parte del proceso y del crecimiento de las empresas. La premisa de Corfo era simple y efectiva: "El país necesita emprendedores e innovación de inmediato. Debemos invertir en personas talentosas que impulsen este campo en Chile, sin importar de donde vengan".

En un momento de la historia en el que otros países estaban cerrando sus fronteras, emprendedores de todas partes del globo tendrían la oportunidad de ser bienvenidos en Chile, en un programa que no existía en ninguna parte del mundo en donde podrían comenzar a desarrollar sus emprendimientos tecnológicos y recibirían dinero del Gobierno de Chile sin ceder parte de su empresa.

La primera generación apoyada por Corfo estuvo conformada por 84 startups. En ese entonces, todas las startups postulaban a un mismo programa, llamado SEED. La inversión inicial para el total de empresas fue de $2.600 millones de pesos. 12 años después, gracias al éxito del programa y al interés de proyectos de todo el mundo, la gerencia de Start-Up Chile junto a Corfo vieron una oportunidad de segmentar el apoyo a las startups dependiendo de la etapa en la que se encontraban. Es por esa misma razón que hoy existen tres programas diferentes: BUILD, IGNITE y GROWTH.

Estas tres etapas de aceleración fueron creadas con el objetivo de destinar más eficientemente los recursos y, al mismo tiempo, asesorar a las startups de la mejor manera considerando la etapa en que se encuentren. Una empresa que está en fase temprana no requiere de los mismos recursos que podría necesitar una que ya está consolidada, en donde sus planes son principalmente expandirse a otros mercados.

Como referencia, para BIG 3, una de las últimas generaciones del programa (cuyas siglas corresponden a la abreviatura de Build, Ignite y Growth) se contó con un total de 101 startups, a las cuales Corfo destinó $2.780 millones de pesos.

Sin embargo, no todas las startups reciben la misma cantidad de dinero. Las empresas pertenecientes a Build reciben $10 millones de pesos, en Ignite se destinan $25 millones de pesos y en Growth se adjudican un fondo de $75 millones a aquellas empresas seleccionadas en ese programa.

Como el impacto social y económico de estos proyectos para el país es reconocidamente virtuoso, cada año el apoyo financiero del Estado se amplifica: estas iniciativas, incubadas por Start-Up Chile impulsarán tanto la economía como el desarrollo de nuestro país a futuro.

¿Por qué apostar por las startups?

Es importante entender la definición de esta tipología de empresas, en la convicción de la reconocida potencialidad de estos emprendimientos para tener un alto impacto en las más diversas áreas tanto de la economía como de la sociedad. El término "startup" se refiere a empresas emergentes con un potencial de crecimiento exponencial debido a su propuesta de valor o ventaja competitiva[4]. La innovación en su modelo de negocio o la tecnología que ocupan les permite escalar rápida y globalmente.

No cualquier emprendimiento se puede catalogar como startup, sino que debe cumplir con cuatro características clave. Es imperante que sea una empresa emergente con un importante potencial de escalabilidad. Es decir, que la compañía tenga la capacidad de crecer exponencialmente, multiplicando sus ingresos sin aumentar sus costos.

La tecnología es condición esencial para el desarrollo de una startup. Esto significa que debe utilizarse como un medio para innovar o escalar sus productos o servicios, usándola como pilar fundamental dentro del proyecto. Por ejemplo, hacer uso de redes sociales, como tener una cuenta Instagram, un sitio web o canal YouTube, no significa tener una "base tecnológica", ya que el emprendimiento no estaría desarrollando algo nuevo e innovador con un componente ingenieril detrás, sino que sólo estaría utilizando las tecnologías ya disponibles.

Por último, una startup siempre debe ser innovadora. Según el Manual de Oslo[5] (la guía de referencia internacional en la materia de la OCDE), la innovación se refiere a la mejora sustancial de algo; puede ser un proceso, producto o servicio. Para determinar si un emprendimiento cumple con estos requisitos, se debe pensar comparativamente entre la solución propuesta y aquellas actualmente disponibles en el mercado.

Durante los últimos años, muchas startups rompieron nuestros paradigmas de consumo. Ejemplos de éstas son Airbnb, Uber, WhatsApp, Mercado Libre y Cabify. Todas estas empresas encontraron soluciones innovadoras y basadas en tecnología que cambiaron las formas de consumo.

[4] Cualquier característica de una empresa, país o persona que la diferencia de otras ubicándola en una posición relativa superior para competir. Es decir, cualquier atributo que la haga más competitiva que las demás.

[5] http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf

NotCo:	Startup del programa Scale 4, que está enfocada al sector foodtech y fundada por Karim Pichara, Pablo Zamora y Matías Muchnick, cerró en septiembre de 2020 una ronda de financiamiento por US$85 millones, sumando así un total de US$118 millones en capital recaudado, la cifra más alta de inversión extranjera para una startup chilena. Según TechCrunch, la empresa chilena está valorizada en US$300 millones. Por último, durante el mes de junio se dio a conocer la entrada del inversionista estratégico estadounidense, Dani Meyer, quien ayudará a que NotCo a levantar una nueva ronda de inversión y abrir en la bolsa, buscando alcanzar la calidad de Unicornio para fin del 2021.	
	Scale 4	60 millones de pesos.
Betterfly:	Plataforma de beneficios que transforma los hábitos saludables de los colaboradores en donaciones sociales y un seguro de vida cuya cobertura crece sin costo. Esta startup logró un levantamiento de capital por US$8,5 millones en ronda de Serie A en julio de 2020. ¡En menos de un año 2021 levantó más de USD$60M! Con esta importante noticia, la startup se convierte en la insurtech con mayor levantamiento de capital serie B de Latam.	
	Seed 21	25 millones de pesos.
	Growth 1	60 millones de pesos.
Rocketbot:	Levantó US$ 2,1 millones y se alistan para tener operaciones en Estados Unidos y Europa. Esta empresa, que automatiza los procesos a través de robots, continúa su increíble desarrollo y expansión en el mercado.	
	Growth 1	60 millones de pesos.
Houm:	Levantó US$ 8millones para seguir aportando al mercado de propiedades en Latam. La compañía es un marketplace operado por los propios dueños de las propiedades, lo que elimina las comisiones de corredores. Actualmente está presente en Chile, México y Colombia pero planea cautivar al resto de latino América con su modelo revolucionario.	
	Growth 1	60 millones de pesos.
Instacrops:	Es un asesor virtual de cultivos que integra y empaqueta un conjunto de tecnologías como IoT, satélites y drones, para dar recomendaciones en tiempo real a los agricultores, incrementando los rendimientos y reduciendo las operaciones y el consumo de agua. En abril de 2022, levantó una ronda por US $2,8 millones para escalar en Latinoamérica y seguir su negocio de asesoramiento virtual agrícola. Planea cautivar al resto de latino América con su modelo revolucionario.	
	Growth 1	60 millones de pesos.
The Live Green Co.	Fundada en 2018, es una startup del rubro agroalimentario, que busca crear alimentos 100% vegetales y sustentables en cuya formulación se apoya en los últimos avances tecnológicos emergentes. En 2020 y en la ronda pre-series A de 2022, logró levantar US $1.2 millones y US $7 millones, respectivamente, registrando un crecimiento de 10 veces en su valor. En octubre de 2022, anunció una alianza con Empresas Carozzi para la creación de nuevas fórmulas de alimentos saludables, nutritivos y responsables con el medio ambiente, en todo nivel. Espera participar en una ronda exponencial de Serie A en 2023-2024.	

Alto Impacto

En 2020, Start-Up Chile cumplió 10 años desde su creación, periodo en el cual ha demostrado relevantes resultados para la industria. Con un portafolio de más de 2.200 startups apoyadas, y una tasa de supervivencia de un 44,24%, muy superior al promedio de la industria que cuenta con una tasa cercana al 15%. Estas startups durante 2020 generaron más de 36 mil empleos en Chile y el mundo y lograron acumular un total de US$ 2.000 millones en ventas a nivel local e internacional. Han logrado levantar capitales, tanto públicos como privado, que

supera en 16,5 veces aquello invertido por Corfo.

Lo que comenzó como un experimento audaz, hoy genera un importante impacto en nuestra economía y transformó a Chile en el Hub de emprendimiento de la región. En la actualidad, Start-Up Chile es la aceleradora de negocios número 1 de la región y se encuentra en el top 10 a nivel global.

Esta entidad pública no sólo es una política de gobierno, sino una consistente política de Estado que se mantiene a través del tiempo. En 2020, Start-Up Chile fue promovida a una gerencia de negocio de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), con el consecuente impacto en el presupuesto y las decisiones estratégicas de la institución.

De las startups que se encuentran activas, el 72,74% mantiene operaciones en territorio nacional, y de esa cifra 48% son locales y 52% extranjeras. Lo anterior, se traduce en aportes concretos a la economía local, a través de la generación de ventas y empleo.

Para Start-Up Chile, los emprendimientos tecnológicos representan el motor detrás de los cambios que desafían lo conocido. Además, estos son una fuente definitoria de mercados y economías.

De igual forma, esta aceleradora pública es agnóstica en términos de industrias y de nacionalidades por lo que acoge a emprendedores de todas las áreas y países del mundo. Quienes crearon estos emprendimientos serán los encargados de proyectar el futuro.

Por definición, SUP está determinado a apoyar el emprendimiento tecnológico. De igual manera, tiene el compromiso de facilitar a los emprendedores todas las herramientas que necesitan para promover los cambios que nuestra sociedad requiere. Es así como se ha fomentado el ecosistema emprendedor. Se trata de un término asociado a disciplinas como la botánica o la ecología, pero que en el mundo de la innovación es recurrente.

Por definición, un ecosistema es la suma de todos los actores que están interconectados, a fin de generar apoyo y estimulo reciproco. La naturaleza es un gran ejemplo de esta interconexión.

Un ecosistema de emprendimiento funciona de la misma manera: un grupo de instituciones y actores -tanto públicos como privados- interesados en promover a las startups, trabajan juntos para crear valor compartido. Estas redes están formadas por el Gobierno, el sistema financiero, los fondos de capital de riesgo, los inversionistas "ángeles", las grandes empresas, las universidades, las incubadoras y aceleradoras. Cada uno contribuye al desarrollo y crecimiento de los emprendimientos tecnológicos desde su experiencia y rol en el mercado.

El financiamiento es crucial para las startups, sobre todo en etapa inicial. Existen muchos instrumentos disponibles para levantar capital para una startup. Sin embargo, es importante considerar que no todos pueden acceder a los mismos fondos de inversión y que el tipo de financiamiento varía según la etapa de desarrollo del proyecto.

Aunque según la revista Forbes Chile está rankeado como el mejor país para hacer negocios en Latinoamérica, todavía queda mucho camino por recorrer. En este sentido, Corfo tiene como misión promover el ecosistema en su conjunto, impulsar a los emprendedores y a las empresas a desarrollar la innovación e incentivar a los actores financieros a invertir en ellos.

Start-Up Chile, de la mano de Corfo, ha contribuido a la generación de un ecosistema de emprendimiento tecnológico en el país, avanzando hacia su consolidación a nivel mundial. El éxito de las startups que han pasado por el programa de aceleración en la última década ratifica el buen trabajo y la articulación eficiente de los actores nacionales, congregando una red de inversionistas, fondos, mentores y alianzas que posibilita el crecimiento económico del país. Esta es una política pública cuya proyección debe proseguir con perspectiva de futuro.

Chile es un excelente laboratorio, gracias al tamaño de nuestro mercado, que permite fácilmente prototipar y validar ideas. El ecosistema local apoya e incentiva el crecimiento de los proyectos de alto impacto y políticas públicas sustentan fuertemente a los emprendedores, otorgando múltiples líneas de financiamiento y apalancamiento a la inversión privada.

Sumado a lo anterior, Chile cuenta con acuerdos comerciales regionales (como Mercosur) y a nivel mundial (Acuerdos de Libre Comercio con los Estados Unidos, China, Unión Europea, entre otros). Estos permiten estar conectados y mantenerse competitivos, a pesar de la ubicación geográfica. SUP facilita, de igual forma, visas de trabajo para los fundadores y sus equipos.

Proyecciones y Desafíos

La experiencia de Start-Up Chile evidencia un trabajo por posicionar a nuestro país como centro de operaciones de empresas globales. Hoy, el país aloja a los *headquarters* regionales de empresas de diversas partes del mundo y se ha consolidado como un núcleo de innovación y tecnología. La diplomacia debe estar en condiciones de facilitar estos modelos.

Actualmente, se está fortaleciendo la plataforma basándose en tres pilares: i) atraer capital humano especializado al ecosistema; ii) impulsar a nuestras startups a nuevos mercados; y, iii) apoyar a la inversión e incentivar el financiamiento del capital de riesgo.

Todavía existen tareas por ser desarrolladas. Uno de los desafíos es impulsar a Chile como polo de inversión: si bien el levantamiento de capital en startups nacionales e internacionales ha ido aumentando a través de los años, estas transacciones ocurren en el extranjero. En este marco, es necesario advertir una las oportunidades para generar una plaza de inversión nacional para que los inversionistas apuesten por los emprendedores. Es vital posicionar a Chile como *hub* de inversión latinoamericano, ya que sólo la inversión nacional corresponde al 11% versus la inversión extranjera que equivale al 89%.

Por otra parte, es fundamental acortar las brechas de género. Esto, porque las startups

lideradas por mujeres levantan menos capital que las lideradas por hombres. Sin embargo, las empresas con al menos una mujer en el equipo fundador tienen una mayor tasa de supervivencia (45,7%) que una startup liderada únicamente por hombres (44,24%). Es por lo anterior, que se ratifica el compromiso de la política pública con seguir creando espacios y oportunidades para continuar disminuyendo la brecha, como lo es el Female Founder Factor. Esta iniciativa genera asociación de líderes para impactar, no sólo a fundadoras y sus negocios, sino que a todo el ecosistema nacional de emprendimiento e innovación.

Las Scaleups serán las Protagonistas de la reactivación económica

De acuerdo a un estudio realizado por Endeavor Chile en octubre de 2020, las scaleups son definidas como empresas con un componente tecnológico en el producto, servicio o modelo de negocio, que les permite crecer aceleradamente, al menos 20% al año, por tres años consecutivos en ventas o empleados.

Entre los años 2015 y 2018, 5.401 empresas chilenas lograron hacerlo, lo que equivale al 1% del total de empresas del país. En ese período, se generaron casi 700 mil nuevos empleos, un promedio de 130 trabajadores adicionales por cada empresa de este tipo, donde la mitad de ellas creció al menos 131%.

Esto significa que son muy pocas empresas, pero generan un gran impacto en la economía, debido a su capacidad de crecer y escalar el negocio. Por esta razón, los expertos aseguran que las empresas denominadas scaleups tendrán un rol fundamental en la reactivación económica y en el futuro de Chile. A diferencia de las micro y pequeñas empresas, que requieren una política pública con enfoque social, el apoyo a scaleups debiese impulsarse desde las políticas públicas de innovación y desarrollo económico y estar dirigidas a mejorar el ecosistema de emprendimiento en general, con foco en condiciones estructurales que les permitan crecer más rápidamente.

Entre los aspectos claves de una política pública de incentivo a scaleups, los expertos aseguran que es necesario enfocarse en las políticas de acceso a talento (en especial a desarrolladores y áreas de tecnología), el financiamiento (principalmente a través del venture capital), el fomento a la innovación y la internacionalización desde Chile (dado el limitado mercado interno).

Las grandes empresas que hoy existen en Chile en algún momento de su historia tuvieron un crecimiento acelerado. De hecho, de acuerdo al estudio liderado por Endeavor, entre aquellas con ingresos superiores a 600 mil UF en 2018, alrededor de 43% fue una scaleup por lo menos una vez desde 2005. Aunque el rápido crecimiento puede ocurrir independiente del tamaño de la empresa, más del 70% de las scaleups tuvieron ingresos entre 10 mil y 200 mil UF en 2018. Al momento de iniciar su crecimiento acelerado, el 50% tenía al menos 5 años. En general, son empresas que ya no son startups, sino que, efectivamente, encontraron el *product/ market fit* y si bien están en camino a ser una gran empresa, aún no tienen la inercia que estas generan.

Las scaleups pueden estar presentes en todos los sectores económicos, aunque algunos son especialmente sensibles a los cambios en la economía. Sin embargo, hay sectores que, a pesar de los vaivenes económicos que ha tenido Chile desde 2008, han mantenido un crecimiento promedio estable y al alza respecto al número de scaleups. Las empresas de crecimiento acelerado pueden mantener su competitividad y un crecimiento al alza. De ahí la importancia de desarrollar las capacidades que permitan alcanzar esta sostenibilidad.

¿Pero qué nos dice la historia sobre las scaleups? Apple, Amazon, Google, Microsoft, Facebook, Alibaba. Hace treinta años la gran mayoría de estas y otras empresas no existían. Hoy han llegado a estar entre las más grandes del mundo y probablemente han sido determinantes en el tipo de vida de diversas sociedades. Son los más famosos ejemplos de scaleups en el mundo y siguen creciendo.

Sin embargo, en el último tiempo, otras empresas han surgido irrumpiendo y resolviendo problemáticas actuales, transformando la vida de las personas todos los días. En Latinoamérica, Mercado Libre es quizá el mejor ejemplo de empresa escalable: esta, en 2007, logró abrirse a la bolsa en Estados Unidos, valorizándose en US$800 millones. Diez años más tarde, alcanzó un valor de mercado de US$10 mil millones. Hoy, ese monto es cinco veces más grande, sumando cerca de 8.000 empleados en más de 18 países.

Adicional a este impacto, el efecto multiplicador de sus fundadores en el continente, habla de la importancia de fortalecer los ecosistemas emprendedores de la mano de los propios emprendedores exitosos. Sin ellos y sus sueños, probablemente Latinoamérica no tendría muchas otras startups y scaleups.

WhatsApp tuvo una trayectoria aún más meteórica. Luego de 10 años de historia, hoy son dos mil millones de personas en 180 países quienes utilizan esta aplicación. Aunque ya eran grandes en la mitad de este período, cuando Facebook pagó US$19 mil millones para adquirirla. En ese tiempo, la empresa tenía sólo 55 empleados, siendo seguramente una de las empresas más valiosas per cápita. Cuando empezaron en 2009, Jan Koum y Brian Acton llevaban treinta años trabajando con tecnologías en EE.UU., con el sueño de desarrollar una aplicación fácil, sin costo y sin publicidad. Al lograrlo, transformaron el modo en que nos comunicamos. Koum sigue al frente de WhatsApp y Acton ahora lidera una organización para mejorar la privacidad en Internet y garantizar la libertad de expresión. Un nuevo y buen ejemplo del impacto de los emprendedores en su entorno.

Las startups en la cuarta ola de innovación corporativa.

Es interesante considerar el estudio liderado por Telefónica, Wayra y el IESE Business School, durante el año 2020, sobre la colaboración entre empresas y startups en la región. Allí se valora la cooperación como una práctica que actualmente es indispensable como lo ha demostrado la crisis sanitaria y económica.

La necesidad de implementar economías colaborativas es probablemente uno de los grandes aprendizajes que esta crisis nos dejará. De la misma manera, y como punto de encuentro para todos quienes queremos aportar en este ecosistema, actores indispensables para que la industria de capital de riesgo y el corporate venturing comiencen a consolidarse en nuestra economía.

Entre las reflexiones que nos deja el reporte, Latinoamérica se está convirtiendo en un polo de innovación y oportunidades de crecimiento para startups. Este fenómeno se potencia cuando las grandes empresas generan mecanismos formales de trabajo con emprendedores, actividad que se ha fortalecido durante los últimos años. Si bien es cierto, el Corporate Venturing se ha cuadruplicado entre empresas en todo el mundo, en Latinoamérica la actividad es aún desconocida, o al menos muy difícil de rastrear. El nivel de adopción en promedio en la región es del 16%, lejos del nivel de adopción que logran las empresas registradas en el Fortune 100, que alcanzan al 75%.

Por lo tanto, en un escenario optimista, se presentarían oportunidades para seguir aportando a esta práctica: enriqueciendo el ecosistema, logrando el escalamiento de las startups, disponibilizando capital y, desde el Gobierno de Chile, habilitando los espacios no resueltos con herramientas de subsidios y fomento, para lograr más éxitos en la generación, consolidación y escalamiento de empresas, que trae un mayor aporte al producto, a la generación de empleos y al necesario bienestar social.

CORFO ha venido trabajando consistentemente en una política de emprendimiento, innovación y capital de riesgo en Chile por los últimos 20 años. Aun cuando existen múltiples desafíos, se ha logrado un ecosistema local sólido. Los fondos de capital de riesgo apoyados por Corfo cuentan con líneas por desembolsar por un monto equivalente a US $177 millones.

En la evolución que ha presentado el emprendimiento y las startups, se pueden relevar dos desafíos:

1. Aumentar el tamaño de la industria del Capital de Riesgo, permitiendo la entrada de nuevos actores relevantes al sistema. Es posible pensar en empresas y grandes empresas, que participen en fondos de inversión, en una estructura de multicorporate venture capital, apalancados con los instrumentos de la Gerencia de Inversión y Financiamiento de CORFO.

2. Fomentar y profundizar la inversión de los fondos en empresas innovadoras y startups, donde la Ley I+D puede jugar un rol clave. Acercarse a Start-Up Chile, por ejemplo, para acceder al correcto deal flow de empresas de impacto. Aprovechar la Ley I+D, que tiene por objetivo contribuir a mejorar la capacidad competitiva de las empresas, a través de un incentivo tributario a la inversión en I+D que permite rebajar, vía impuesto de primera categoría, el 52% de los gastos destinados a actividades de I+D. Las estadísticas indican que sobre el 80% de las

empresas beneficiarias de la Ley I+D corresponden a grandes empresas.

Esta regulación representa una gran oportunidad para la vinculación de grandes empresas y startups, mediante la contratación de servicios y desarrollo de tecnologías, que las apoya resolviendo los múltiples desafíos que enfrentan, y que, dadas sus estructuras, muchas veces no pueden reaccionar oportunamente frente a diversos requerimientos y cambios de los mercados.

La articulación es un desafío para todos, pero también una urgencia y una manera concreta de reaccionar al impacto que dejará en Chile la crisis sanitaria y económica. Ciertamente que la economía colaborativa se instalará como una buena práctica, y permitirá agregar valor a todos los actores involucrados.

La evolución de las startups plantea desafíos para la política exterior y la acción diplomática. El ecosistema de innovación y de emprendimiento puede facilitar la construcción de ventajas a nivel regional y global. Aquí es también necesario pensar en nuevas dimensiones del emprendimiento tecnológico como aquel que puede estar "orientado por misión", de acuerdo a prioridades estratégicas donde el país tiene condiciones y proyecciones objetivas.

Apreciamos que la Academia Diplomática esté incorporando esta dimensión económica y social en una publicación que vincula ciencia, emprendimiento y sociedad: estos son temas que deben integrar una formación diplomática que entienda el alcance de múltiples actores y el sentido de la noción de paradiplomacia.

Importancia de la transferencia tecnológica en el desarrollo inclusivo y sostenible: desafíos para Chile.

Varinka Farren Llantén[6], *Fernando Venegas Calderón*[7], *Francisco Rodríguez*[8]

Resumen

En esta sección, se aborda la evolución de la transferencia tecnológica en Chile y cómo ésta puede impactar en el desarrollo inclusivo y sostenible, tanto a nivel económico como en el ámbito social. En la primera parte, se analizan las distintas variantes de este concepto y el rol que juegan las universidades y centros de investigación para avanzar hacia una economía del conocimiento. Luego, se profundizará en la importancia que allí tiene la ciencia y la tecnología y, por consiguiente, la transferencia tecnológica. Posteriormente, se analizará la situación de Chile, tanto desde la evolución de la transferencia tecnológica en los últimos quince años como de los desafíos que esta enfrenta. Lo interesante es observar cómo la diplomacia interviene en estos procesos lo que, ciertamente, plantea nuevos desafíos para la política exterior.

Distintas aproximaciones al concepto de transferencia tecnológica.

La globalización y el rápido desarrollo tecnológico han impactado profundamente en la competitividad y el crecimiento económico de varios países, donde la innovación es un elemento esencial para llegar con soluciones a mercados internacionales. Los mecanismos de transferencia, en este contexto, facilitan la disminución de las brechas entre los países desarrollados y aquellos emergentes, permitiendo aumentar la productividad y avanzar hacia un desarrollo más inclusivo y sostenible.

De esta manera, la transferencia tecnológica se refiere al proceso mediante el cual una organización traspasa conocimiento a otra, pudiendo adoptar variadas formas: licencia, cesión o venta, creación de empresa de base tecnológica. Por lo general, comprende dos componentes: por una parte, conocimiento (intercambio de información, procesos, resultados de investigación, *know how*[9]) y, por otra, propiedad intelectual.

[6] Ingeniero Comercial de la Universidad Católica del Norte y MBA de Clarion University of Pennsylvania, directora ejecutiva Hub de Transferencia Tecnológica Andes Pacific Technology Access (Hub APTA), correo electrónico: varinka.farren@hubapta.com.
[7] Abogado y magíster en derecho y nuevas tecnologías de la Universidad de Chile y MBA de la Universidad Adolfo Ibáñez, socio fundador de Grupo Zenit, presidente de RedGT y gerente de transferencia tecnológica en Know Hub Chile, correo electrónico: fernando@grupozenit.cl
[8] Ingeniero civil bioquímico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Agente de innovación y transferencia tecnológica en Hub APTA, correo electrónico: francisco.rodriguez@hubapta.com.
[9] Se refiere a aquella información y conocimiento sobre productos o procesos industriales, que no ha sido conocida por terceros y tiene un valor comercial.

La transferencia tecnológica es un camino con incertidumbres propias del riesgo asociado al desarrollo de nuevas tecnologías. Existe el riesgo latente de que un proceso de transferencia tecnológica fracase, donde la tecnología desarrollada no logra transformarse en un bien o servicio disponible para la sociedad y/o el mercado.

La complejidad de este proceso ha sido analizada por diversos especialistas y académicos. Se han identificado elementos comunes que dicen relación con la absorción y difusión de tecnologías en sus diferentes naturalezas y formas[10], concluyendo que ello implica el movimiento de tecnologías, donde una de ellas sea utilizada por otra organización o área, a menudo, totalmente diferente de su origen. Son admitidas también diversas formas y composiciones de tecnologías, por lo que algunas pueden incorporarse fácilmente a los sistemas de producción y otras requieren de operaciones más complejas.

Desde el punto de vista práctico, a través de la transferencia, las empresas adquieren tecnologías para apoyar la producción en términos de rendimiento, calidad, reducción de costos y mejora en la eficiencia. Existen estrategias y modelos como el *Knowledge-Based View* (KBV), que desde los años 70 aprovecha la capacidad de las organizaciones para lograr una ventaja competitiva o el desarrollo de una visión más dinámica. Luego, en la década de los 90, las organizaciones comenzaron a crear nuevo conocimiento y a generar modelos de negocios basados en activos intangibles, los cuales impactaron los mercados y la sociedad[11].

Por otra parte, si analizamos la transferencia tecnológica y del conocimiento desde una perspectiva académica ésta forma parte de la llamada tercera misión de las universidades: mide cómo los resultados de investigación que se desarrollan en estas instituciones impactan en la sociedad y en el mercado. Un ejemplo de ello es el trabajo realizado a comienzos de la década de los 80 por un grupo de biólogos de la Universidad de California Berkeley y la Universidad de Stanford, quienes fueron pioneros en el uso de ficobiliproteínas que se encuentran en las algas marinas como marcadores fluorescentes[12]. A partir de ejemplos como éste, muchas universidades han adoptado el licenciamiento de invenciones patentadas y la participación en nuevas empresas como un mecanismo idóneo para que los resultados de investigación sean transferidos a la sociedad y al mercado[13].

Los académicos reconocen y aceptan ampliamente la transferencia tecnológica como parte integral de la gestión de la investigación. Su análisis ha sido objeto de estudio durante más de 40 años. A partir de esa evidencia, se ha concluido que la

[10] Fundamental elements in Technology Transfer: an in-depth analysis, Technology Analysis & Strategic Management, DOI: 10.1080/09537325.2021.1894328, Vander Luiz da Silva, João Luiz Kovaleski & Regina Negri Pagani (2021).

[11] Knowledge Based View of University Tech Transfer—A Systematic Literature Review and Meta-Analysis, 2020, Clovia Hamilton 1,*,y and Simon P. Philbin, Department of Technology and Society, SUNY Korea, Incheon 21985, Korea; Nathu Puri Institute for Engineering and Enterprise, London South Bank University, 103 Borough Road, London.

[12] Seis meses después, la Universidad de Stanford entró en una relación con dos organizaciones del sector privado para patentar esta invención y participar en el desarrollo de una herramienta crítica para la detección del cáncer.

[13] A History of Office of Technology Licensing Stanford University, Hans Wiesendanger, Fomer Senior Licensing Associate

transferencia tecnológica es un esfuerzo multidisciplinario, el cual implica múltiples perspectivas para su éxito[14].

En ese sentido, la definición de transferencia tecnológica puede ser confusa y suponer interpretaciones. Los primeros estudios en transferencia tecnológica afirman que este proceso ocurre cuando una tecnología generada en un contexto se utiliza en otro[15]. Más recientemente, se definió a la transferencia tecnológica como la experiencia técnica de traspasar conocimiento desde una realidad organizacional hacia otra[16]. Otros ponen en escena el concepto de comercialización, indicando que la transferencia tecnológica es el proceso de desarrollo de aplicaciones prácticas para los resultados de la investigación científica, el cual mueve la tecnología de una institución de base científica a una organización industrial, que comercializa con éxito la tecnología[17,18].

A partir de los distintos matices de este concepto, consideramos que las diversas dimensiones del concepto de transferencia tecnológica son complementarias y forman parte de la tercera misión de las universidades y de las instituciones generadoras de conocimiento.

Ahora bien, desde una perspectiva económica la transferencia tecnológica puede interpretarse como la incorporación de un conocimiento a una unidad productiva, el cual fue desarrollado fuera de ella. Es un movimiento de conocimiento y gestión de derechos de propiedad intelectual e industrial, desde una organización hacia otra, donde se comparten las aplicaciones prácticas de los resultados de una investigación científica, que dan lugar a nuevos productos o servicios.

En definitiva, producto de la complejidad y del carácter multivariable de este proceso, las universidades e instituciones generadoras de conocimiento han utilizado diversos mecanismos de transferencia tecnológica. Conviene mencionar la concesión de licencias para las innovaciones desarrolladas en el seno de estas instituciones, la participación en nuevas empresas que atraen a terceros inversores y la cooperación con la industria a través de proyectos de investigación y desarrollo colaborativos, o bien dando respuesta a las necesidades tecnológicas de las empresas.

Relación entre ciencia, transferencia tecnológica y desarrollo económico y social.

[14] Towards the assessment of technology transfer capabilities: An action research-enhanced HDM model, Joao Ricardo Lavoie, Tugrul Daim, 2019. Engineering and Technology Management Department - Portland State University Portland – OR - USA

[15] Technology transfer from the defence to the civilian sector in Israel— methodology and findings, Samuel N.Bar-Zakay. Technological Forecasting and Social Change, Volume 10, Issue 2, 1977, Pages 143-58 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0040162577900427

[16] Technology transfer and public policy: a review of research and theory, BarryBozeman. Research Policy, Volume 29, Issues 4–5, April 2000, Pages 627-655. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733399000931

[17] Technology transfer model for Austrian higher education institutions, Heinzl, J., Kor, AL., Orange, G. et al. s. J Technol Transf 38, 607–640 (2013). https://doi.org/10.1007/s10961-012-9258-7

[18] A Survey Analysis of University-Technology Transfer in Israel: Evaluation of Projects and Determinants of Success Meseri, Ofer; Maital, Shlomo. Journal of Technology Transfer; Indianapolis Tomo 26, N.º 1-2, (Jan 2001). https://www.proquest.com/openview/158ce8c0f9fea55eea5d91bbf4555562/1?pq-origsite=gscholar&cbl=25959

En las últimas décadas muchos países han volcado sus esfuerzos hacia la ciencia, la tecnología y la innovación, ya que han comprendido que el desarrollo tecnológico es un factor determinante para el crecimiento económico. Algunos han sido pioneros en esta materia (Estados Unidos, Japón y Corea del Sur), pero sistemáticamente se han ido sumando más naciones en este camino.

Tanto para aquellos que iniciaron esta carrera como para los que se han ido incorporando, el aumento del gasto (como porcentaje del PIB) en investigación y desarrollo ha sido uno de los pilares fundamentales de su estrategia de innovación. Para manejar un orden de magnitud, el gasto promedio en investigación y desarrollo de los países de la OCDE representa el 2,4% del PIB, cifra que aumenta considerablemente en aquellos países categorizados como los más innovadores del mundo de acuerdo con el Índice Global de Innovación.[19].

Cabe señalar que el potencial innovador de los países no sólo se mide por la inversión en investigación y desarrollo, sino que también existen otros factores que inciden como la concentración de investigadores por número de habitantes, la densidad de empresas de alta tecnología, el registro de patentes de invención, la inversión en educación superior y la contribución de la industria y/o el sector público al PIB global.

En los últimos años, América Latina también ha intentado subirse al carro de la innovación, siendo Chile uno de los referentes para el resto de los países de la región. Sin embargo, las cifras y resultados no son comparables con aquellos países que lideran en esta materia. En cuanto a inversión en investigación y desarrollo, el promedio de la región bordea el 0,67%, siendo el líder indiscutido Brasil con un 1,1% del PIB. Chile, a pesar de ser líder en innovación en la región.[20], la inversión en investigación y desarrollo sólo representa un 0,36% del PIB.

De esta manera, el fortalecimiento del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación y, por cierto, el aumento de la inversión en investigación y desarrollo son aspectos claves para llevar nuestra economía a la siguiente etapa, que nos permita avanzar desde una economía netamente extractivista a una más inclusiva. En este sentido, diversos estudios han demostrado que las tasas de rentabilidad social de la investigación y desarrollo se estiman en 60% o más para países en vías de desarrollo.[21].

Es indudable que la ciencia y tecnología tiene un impacto directo en el crecimiento económico a largo plazo de los países, pero al mismo tiempo permite que el desarrollo económico sea mucho más inclusivo y sostenible. Es por esta razón se ha apostado por ella para mejorar su competitividad, productividad y diversificación de las matrices productivas. Pero la ciencia y la tecnología no sólo tienen un impacto

[19] Tal es el caso de Corea del Sur (4,5% del PIB), Israel (4,9% del PIB) u otros como Alemania, Suiza o Finlandia donde el gasto en investigación y desarrollo supera el 3% del PIB.

[20] De acuerdo al Índice Global de Innovación 2021, Chile mantiene el liderazgo en América Latina situándose en el puesto 53. Entre las economías que le siguen a Chile se encuentra México, Costa Rica y Brasil.

[21] Hall, Bronwyn H.; Mairesse, Jacques; Mohnen, Pierre. Measuring to Returns to R&D, National Bureau of Economic Research Working Paper Series, 2009. Disponible en: https://www.nber.org/papers/w15622.

económico sino también social. Esta coadyuva a dar respuesta a los grandes desafíos presentes y emergentes como el cambio climático, la inequidad social, la alta inmigración, el desempleo y las pandemias.

Un ejemplo interesante es el rol de la ciencia y la tecnología para enfrentar la crisis sanitaria generada por el COVID-19. A partir del aporte de la ciencia y de la colaboración de universidades y empresas se pudo enfrentar la pandemia, a través del desarrollo de vacunas. Este es un ámbito en el cual la diplomacia y la ciencia han tenido una colaboración eficiente, donde Chile se ha constituido en un referente para la futura cooperación internacional en el ámbito de mega tendencias de interés para toda la humanidad.

Nuestro país pudo evidenciar diversas respuestas concretas desde la ciencia y la tecnología, como fueron la fabricación de ventiladores mecánicos de emergencia, por parte de la Universidad de Concepción y los Astilleros y Maestranzas de la Armada (ASMAR).[22]. Estos se basaron en un modelo realizado por investigadores del *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* y liberado a la comunidad científica para enfrentar la pandemia. En este ejemplo, se observa la capacidad de la transferencia tecnológica, para activar una cadena de valor en torno al conocimiento.

En definitiva, tal como lo plantea Godín y Doré (2005), es fundamental considerar el impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación sobre otras dimensiones de la realidad socio-natural y los sistemas socio-técnicos: calidad de vida, salud pública, sistema de salud, competencia de instituciones, empresas y comunidades, cultura, política, formación y medio ambiente, entre otros.[23].

Ahora bien, la transferencia tecnológica toma absoluta relevancia si queremos avanzar hacia una economía basada en conocimiento, tal como se expresa en el ejemplo de los ventiladores mecánicos. La transferencia tecnológica es el vehículo que permite transformar los resultados de investigación en nuevos productos o servicios innovadores que se ponen a disposición de la sociedad y el mercado, ya sea a través de bienes públicos o privados.

Para que Chile apueste por la transferencia tecnológica como componente estratégico de su desarrollo, será necesario entender que las ventajas de nuestro país residen en la competitividad del desarrollo de tecnología. De esta manera, si apostamos por la transferencia tecnológica y una economía basada en conocimiento, podremos generar retornos económicos para el país a través de un incremento de la inversión extranjera (el país se vuelve mucho más atractivo para inversionistas), la exportación de productos de alta tecnología, el licenciamiento de los desarrollos tecnológicos realizados en el país y la generación de empresas de base tecnológica con impacto global, las que activan un mercado laboral de mejor calidad.

Para América Latina, es imperativo avanzar hacia un modelo de desarrollo económico

[22] https://noticias.udec.cl/ventilador-asmar-udec-el-primero-en-el-pais-listo-para-su-operacion/.

[23] Godin, B., & Doré, C., Measuring the impacts of science: beyond the economic dimension. Paper presented at the HIST Lecture, Helsinki Institute for Science and Technology Studies, Helsinki, 2005. Disponible en: http://www.csiic.ca/PDF/Godin_Dore_Impacts.pdf.

basado en conocimiento, ya que de lo contrario se perpetuará la dependencia económica. Un ejemplo claro de esto es la comparación de las exportaciones de productos de alta tecnología entre Colombia y Corea del Sur. A comienzos de la década de los 90 la diferencia entre ambos países era aproximadamente de 20.000 millones de dólares, pero en la actualidad esa diferencia se ha multiplicado en más de 230 veces[24].

Breve descripción de la evolución de la transferencia tecnológica en Chile.

Si analizamos el modelo de transferencia tecnológica chileno podemos concluir que estamos en una etapa de transición. Sus primeros antecedentes se encuentran en iniciativas impulsadas por agencias gubernamentales de financiamiento como CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica), FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico) o FIA (Fundación para la Innovación Agraria): comenzaron a exigir, progresivamente, resultados de transferencia tecnológica en los proyectos de investigación y desarrollo (I+D). Esta situación forzó a muchos investigadores a incorporar estas capacidades en sus equipos de trabajo, o bien exigirla a las universidades.

Solo hace casi 15 años el término de transferencia tecnológica se formalizó a raíz de una serie de instrumentos de CORFO. Estos buscaban generar capacidades de transferencia tecnológica en las universidades y centros de investigación, en respuesta al diagnóstico del ecosistema de innovación que había realizado un grupo de expertos internacionales. Allí se concluyó que, si bien la ciencia generada en el país era de calidad, muy pocos de esos resultados de investigación se traducían en productos y servicios concretos disponibles para la sociedad.

A partir del mismo, se sentaron las bases del modelo de transferencia tecnológica chileno, donde las universidades e instituciones generadoras de conocimiento son protagonistas. La evolución del modelo chileno se ha expresado en las siguientes fases de desarrollo: Instalación de capacidades de gestión tecnológica y creación de Oficinas de Transferencia y Licenciamiento; Consolidación de Oficinas de Transferencia y Licenciamiento; y creación de los HUBs de Transferencia Tecnológica.

En una primera etapa, el foco del modelo se centró en la instalación de capacidades de transferencia tecnológica que permitieran cerrar las brechas entre resultados de investigación y la generación de productos y/o servicios basados en dichos resultados. Para ello, se realizaron una serie de iniciativas de formación de capital humano en transferencia tecnológica, promoción del patentamiento como mecanismo de protección de resultados de investigación y creación de las primeras Oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTL). Estas tenían como objetivo, desarrollar la institucionalidad necesaria para la transferencia, lo cual facilitó los primeros portafolios de tecnologías comercializables de universidades.

[24] En este sentido, y tal como lo plantea Andrés Oppenheimer en su libro Cuentos chinos *"los países latinoamericanos pueden cortar el gasto público, bajar la inflación, pagar la deuda externa, reducir la corrupción y mejorar la calidad de las instituciones políticas y seguir siendo pobres, por no poder generar productos sofisticados"*.

Una segunda fase del modelo estuvo marcada por la consolidación de las OTL y sus primeros casos de éxito en la comercialización de tecnologías en el mercado nacional, incluyendo algunos casos específicos de transferencia a nivel internacional.

Finalmente, hacia el año 2015 surge una tercera intervención desde la política pública, mediante la creación del instrumento HUB de Transferencia Tecnológica desde CORFO. Busca aumentar la cantidad y proyección nacional e internacional de los negocios tecnológicos basados en los resultados de I+D generados en universidades y centros de investigación.

Para dar continuidad a esa política pública, el instrumento diseñado por CORFO implementó un modelo de integración y especialización de funciones "*on campus — off campus*". Este reconoce la necesidad de seguir fortaleciendo las capacidades de comercialización y transferencia tecnológica dentro de las universidades y de los centros científico-tecnológicos a través de las OTL. También, busca avanzar en competencias más especializadas para mejorar las probabilidades de éxito de la comercialización con ambición global, a través de la creación de nuevas entidades independientes y con personalidad jurídica propia: los HUBs de Transferencia Tecnológica.

En este nuevo modelo, el componente *on campus* se refiere al rol de las actuales OTL y a su labor vinculada a la identificación y recolección activa (*scouting*) de resultados de investigación al interior de universidades, así como también a la promoción de una cultura que fortalezca la investigación "con propósito", con un mayor énfasis en resolver problemas y entregar soluciones a las necesidades del sector productivo y de la sociedad. Por otro lado, el componente *off campus* se refiere a la labor de cada HUB, concentrando capacidades especializadas para el escalamiento y la transferencia tecnológica de resultados de investigación de universidades y centros de investigación, orientada hacia la creación de negocios en distintas industrias en mercados globales.

Desde la creación de los HUBs de Transferencia Tecnológica como entidades independientes, éstos han ido diseñando e implementando sus propios modelos asociativos de transferencia tecnológica, ajustado a las necesidades de sus socios y/o sus propias fortalezas. Es así como algunos HUBs han puesto el acento en el desarrollo y aceleración de emprendimientos de base científico-tecnológica (EBCT), en la comercialización directa de resultados existentes, en el levantamiento de necesidades tecnológicas del sector productivo, o bien una mezcla de estos mecanismos.

Desafíos en materia de transferencia tecnológica.

Chile se encuentra en pleno desarrollo de su ecosistema de innovación y transferencia tecnológica. El impulso realizado desde la política pública en más de una década nos ha posicionado como un referente en esta materia en los países de la región. Sin embargo, los resultados aún siguen siendo insuficientes si los comparamos con los países desarrollados. En el presente acápite se analizarán tres de los principales desafíos que enfrenta nuestro ecosistema, los que, de ser abordados, pueden contribuir

significativamente a mejorar los resultados en transferencia tecnológica.

Consolidación de una institucionalidad para la ciencia, tecnología e innovación.

Diversos actores del ecosistema de investigación e innovación – comunidad científica, expertos en políticas públicas, gestores tecnológicos, entre otros – plantearon durante años las debilidades que presentaba nuestra institucionalidad para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en nuestro país. Si bien entre estos expertos existía un relativo consenso en cuanto a identificar y reconocer dichas debilidades, no ocurría lo mismo al momento de realizar propuestas relativas al modelo institucional adecuado para Chile, salvo en lo concerniente a la creación de un ministerio de ciencia y tecnología.

Tanto la Comisión Asesora Presidencial conocida como "Comisión Philippi" (2013), en su informe "Institucionalidad Ciencia, Tecnología e Innovación", como la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile (2015), a través de su informe "Un sueño compartido para el futuro de Chile", recomendaron la creación de un ministerio para asegurar un rol activo y eficaz de parte del Estado en expandir las capacidades nacionales de CTI. En este orden, se impulsó un desarrollo más inclusivo y sustentable, a través de la articulación de esfuerzos en áreas de oportunidad o de desafíos nacionales.

En el marco de la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile (2015)[25], se plantearon dos propuestas de institucionalidad: el modelo integrado y el modelo de dos pilares. El primero, proponía que, a nivel estratégico, existiera un Consejo Asesor Presidencial para el Desarrollo, encargado de proveer una mirada de largo plazo sobre los retos y oportunidades para el desarrollo nacional. Por su parte, el modelo basado en dos pilares proponía que el Ministerio de Ciencia y Tecnología se orientara a la formación de capital humano y desarrollo de las capacidades necesarias en ciencia y tecnología, con el objetivo de transferir dichas capacidades y tecnologías al sector productivo (*science push)*[26]. A su vez, el Ministerio de Economía, a través de CORFO, sería el encargado de implementar un enfoque de transferencia tecnológica del tipo *market pull*[27], mediante el cual se buscaba apoyar la creación de demanda desde la empresa y fomentar la creación y crecimiento de *startups* tecnológicas.

Tras la creación del Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación[28] se desarrolló la Política Nacional respectiva y un plan de acción para el periodo 2020-2022, que guía el desarrollo de políticas públicas en esta materia. Asimismo, se produjo una reestructuración y transformación de las agencias especializadas como es el caso de

[25] Comisión Ciencia para el Desarrollo de Chile (2015), "Un sueño compartido para el futuro de Chile. Informe a la Presidenta de la República, Michelle Bachelet", p.69

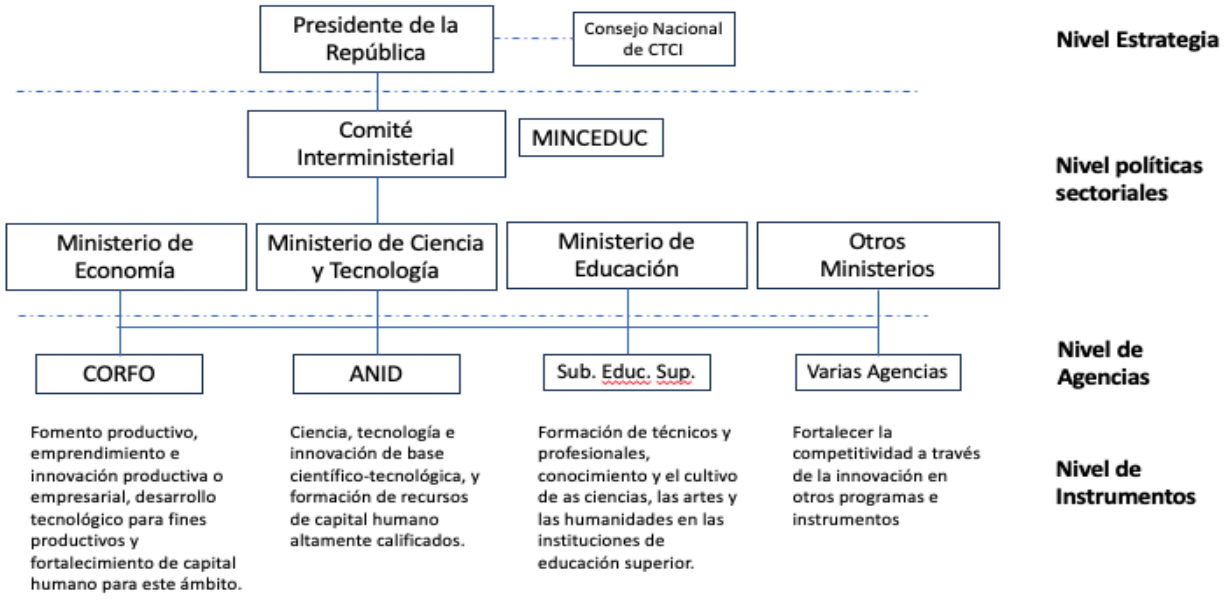
[26] El mecanismo de transferencia tecnológica del tipo *science push* se basa en explotar la oferta tecnológica que se genera en las universidades, centros de investigación y otras instituciones generadoras de conocimiento.

[27] *Market pull* es un mecanismo de transferencia tecnológica mediante el cual se busca responder a las necesidades de innovación del sector industrial a partir de las capacidades existentes en materia de ciencia y tecnología.

[28] Ley Nº 21.105, de fecha 13 de agosto de 2018, que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI).

la nueva Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), que reemplazó a CONICYT.

ANID[29] no sólo viene a reforzar el trabajo de su predecesora, en cuanto a la formación de capital humano y financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo, sino que impulsa una visión integral de la innovación de base científico-tecnológica. Comprende las actividades de investigación y desarrollo, de transferencia de los resultados de investigación y de las tecnologías que se originan en las universidades, centros de investigación e instituciones generadoras de conocimiento. Un testimonio de ello es el traspaso de la Iniciativa Científica Milenio y de la Gerencia de Capacidades Tecnológicas desde CORFO, a ANID. CORFO ya contaba con instrumentos para vincular al sector productivo con el mundo de la ciencia y del conocimiento (Centros de Excelencia Internacional), transferir resultados de investigación y tecnologías al sector productivo (Oficinas de Transferencia y Licenciamiento y HUBs de Transferencia Tecnológica) y promover el emprendimiento de base científico-tecnológico (Startup Ciencia).



La necesidad de reforzar la ciencia y la tecnología como prioridad política es evidente. Ello se refleja en la inversión pública del 0,36% del PIB. También se expresa en la necesidad de mejorar la congruencia de programas e instrumentos que busquen fomentar la innovación de base científico-tecnológica. Una política estatal en materia de ciencia y tecnología, necesariamente, conlleva hacia una discusión que trascienda los cuatro años de gobierno. La nueva institucionalidad deberá ser capaz de lograr una visión país de la ciencia y de la tecnología que sea un activo para avanzar hacia un desarrollo inclusivo y sustentable.

[29] https://www.anid.cl/historia/

Por otra parte, no podemos dejar de lado nuestra realidad económica, que nos enrostra que hace ya varios años se ha deteriorado nuestra productividad y competitividad en todo ámbito, incluso en aquellas áreas donde éramos líderes naturales como la minería. Algunos de los factores que explican esta caída de la productividad agregada de la economía se explica por el particular énfasis en los sectores de los recursos naturales, la limitada diversificación productiva, la poca sofisticación de las exportaciones y la caída en la tasa de innovación de las empresas. En este escenario, la nueva institucionalidad tiene el gran desafío de generar el punto de inflexión hacia una economía basada en el conocimiento, que permita diversificar nuestra matriz productiva. Para ello es vital impulsar una estrategia de transferencia tecnológica orientada al desarrollo productivo.

Avanzar hacia una economía basada en el conocimiento no sólo requiere generar más y mejores capacidades en ciencia y tecnología, sino que vincular dichas capacidades con las necesidades productivas del país a mediano y a largo plazo. En este sentido, el aumento de la inversión en investigación y desarrollo es fundamental, pero es difícil sostener que este es solo un deber del Estado. En los países de la OCDE, el promedio de inversión en investigación y desarrollo representa 2,4% del PIB, sin embargo, el 70% de esa inversión proviene desde el sector privado. En cambio, en nuestro país la distribución es al revés, ya que la participación de los privados no supera el 30%.

Aumentar la inversión en investigación y desarrollo, demandará que la nueva institucionalidad de ciencia y tecnología esté orientada hacia las necesidades de la sociedad, incluyendo una mejor conexión con la industria, para facilitar una productividad y competitividad sostenida. Este es un desafío importante toda vez que ANID concentra el proceso completo de innovación: desde la formación de capital humano avanzado hasta la transferencia tecnológica, incluyendo el emprendimiento de base científico-tecnológico.

La clave de un modelo institucional basado en dos pilares es distribuir funciones en distintos ministerios (ciencia y economía) y coordinar el diseño de programas e instrumentos que se implementen por las agencias dependientes de dichos ministerios. CORFO ha sido la agencia encargada de fomentar la innovación en las empresas y conectar las demandas de la industria con las capacidades científico-tecnológicas existentes en el país. Sin embargo, con la creación de la ANID varias de estas funciones fueron traspasadas desde CORFO con el objetivo de que esta nueva agencia pudiese tener una visión global y completa del proceso de innovación y transferencia tecnológica.

La concentración de funciones en el nuevo Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación implica que la conducción política será clave para posicionar la ciencia y la tecnología como prioridad para el país y lograr el financiamiento necesario. ANID deberá, igualmente, impulsar un modelo de transferencia tecnológica flexible donde se promueva tanto la oferta tecnológica, que se

genera en nuestro país, como la vinculación oportuna y eficaz con la industria. La idea es avanzar, en el mediano plazo, hacia un desarrollo económico inclusivo y sostenible.

Coherencia normativa y la importancia de una ley de transferencia tecnológica.

En materia de transferencia tecnológica, Chile no cuenta con una normativa específica que regule la vinculación universidad-empresa y/o promueva distintos mecanismos de transferencia tecnológica, como el licenciamiento de tecnologías al sector productivo o el emprendimiento de base tecnológica.

Existen una serie de normas aisladas que impactan en aspectos puntuales del proceso de transferencia tecnológica[30], a las cuales se suma una de especial relevancia: la Ley Nº 21.105 que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Esta marca un punto de inflexión en el desarrollo de una nueva institucionalidad para la ciencia, la tecnología y la innovación en nuestro país. Sin embargo, este cuerpo de normas tiene escasa coherencia, generándose una *bipolaridad* normativa que termina obstaculizando los procesos de transferencia tecnológica. Algunos ejemplos concretos, a continuación:

a. *Dificultad para la creación de emprendimientos de base científico-tecnológico en universidades públicas*.

En general, las universidades han explorado tres grandes mecanismos de transferencia tecnológica, los que a su vez han sido impulsados y promovidos desde el Estado a través de distintos programas e instrumentos. Estos mecanismos apuntan al licenciamiento de las tecnologías desarrolladas por las universidades (*science push*); a desarrollar tecnologías a partir de las necesidades concretas de una empresa o industria específica (*market pull*) y la creación de *spin-offs*[31].

El valor de los *spin-offs* universitarios como mecanismo de transferencia tecnológica radica en que estas empresas tienen mayor agilidad para el desarrollo y comercialización de las tecnologías universitarias, ya que destraban los procesos burocráticos internos de las instituciones. Además, los investigadores/académicos que crearon o inventaron la tecnología siguen acompañando el proceso de desarrollo de ésta, ya que, por lo general, participan como fundadores del *spin-off*.

A pesar de las ventajas de este modelo, y del fomento que se le brindado desde la política pública, algunas normas como la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado y la Ley Nº 21.091 sobre educación superior, han dificultado la participación de investigadores en la propiedad de estas empresas, desincentivando este mecanismo de transferencia tecnológica.

[30] Estas son: la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; la Ley Nº 20.241 que establece un incentivo tributario a la inversión privada en investigación y desarrollo; la Ley Nº 20.850 sobre protección financiera para diagnósticos y tratamientos de alto costo (conocida como "Ley Ricarte Soto"), la Ley Nº 21.091 sobre educación superior, entre las más destacables.

[31] Los *spin-offs* universitarios son empresas/emprendimientos de base científico tecnológicos que se crean para madurar y/o explotar comercialmente las tecnologías que se desarrollan en las universidades. Por lo general entre sus fundadores está presente uno o más funcionarios, investigadores o académicos de la universidad.

Los investigadores de universidades públicas son los que se han visto más afectados con la normativa vigente, toda vez que se limita fuertemente la posibilidad de tener una participación mayoritaria en los *spin-off*s. Sin embargo, con la entrada en vigencia de la Ley de Educación Superior se sumaron trabas adicionales para que las universidades privadas puedan participar en la propiedad de estos *spin-offs*.

b. *Dificultad para la realización de estudios clínicos*.

Nadie puede negar el noble propósito de la "Ley Ricarte Soto", ya que genera un sistema de protección financiera para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de alto costo sin importar la situación socioeconómica de las personas ni su sistema previsional. Pero este objetivo se empaña con la incorporación de un artículo que afecta la investigación clínica y, por consiguiente, el desarrollo de tecnologías en el ámbito de la salud en Chile.

En términos concretos, la norma traspasa los riesgos asociados a la investigación a los desarrolladores de ésta, quienes deben ser capaz de cuantificar la responsabilidad a la que podrían estar expuestos los pacientes en caso de que los resultados de la investigación clínica sean negativos, debiendo responder por estos. De esta manera, al elevarse considerablemente el estándar de responsabilidad para los desarrolladores de tecnología que realizan estudios clínicos en Chile, se desincentiva la realización de estas actividades en nuestro país.

Esta norma no sólo impacta a los grandes desarrolladores de drogas/fármacos que desean realizar estudios clínicos en Chile, sino también las investigaciones en la materia que son desarrolladas por universidades y centros de investigación chilenos que ven pocas posibilidades de realizar estudios clínicos en el país.

c. *Establecimiento de cargas a la transferencia de tecnologías desarrolladas con financiamiento público*.

La Ley que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación no sólo tuvo implicancias a nivel institucional, sino que con la incorporación del artículo 25 número 4 se generaron cargas adicionales a la transferencia de tecnologías desarrolladas a partir de financiamiento público. En la práctica, ello afecta a la mayoría de las tecnologías utilizadas por las universidades y centros de investigación.

Actores del ecosistema nacional de innovación han abordado las implicancias de la introducción de este artículo, siendo uno de ellos la Red de Gestores Tecnológicos de Chile, que identifica tres grandes obstáculos (Reflexiones en torno a la Transferencia Tecnológica en Chile: Evolución histórica en Chile, escenario actual, desafíos y propuestas, 2020):

- La obligación de patentar que recae en los beneficiarios de fondos públicos o del Estado puede significar que se presenten solicitudes de patentes de invención en etapas muy tempranas, con el sólo objetivo de dar cumplimiento a la obligación, pero que a la larga atenten contra la estrategia de transferencia tecnológica. Asimismo, se plantea que en el caso de que la patente de invención sea solicitada por el Estado, éste no cuenta con las capacidades para diseñar e implementar una

estrategia de protección y explotación comercial de dicha invención.

- Otorgamiento de una licencia no exclusiva, intransferible, irrevocable y onerosa a favor del Estado. Para muchos genera un desincentivo a la transferencia tecnológica al sector productivo, toda vez que no se les entrega certeza de que no sea el propio Estado quien compita con ellos.
- Pago de regalías al Estado equivalente al 5% de los ingresos obtenidos por la comercialización del derecho de propiedad industrial. Se ha planteado que esta regalía implica una carga adicional para la transferencia tecnológica y desnaturaliza el subsidio entregado por el Estado para fomentar la ciencia y la tecnología por un préstamo, toda que esto significa un reembolso del financiamiento entregado para desarrollar la tecnología.

Ante estas incongruencias de la normativa vigente, en los últimos años se ha planteado la necesidad de promulgar una Ley de Transferencia Tecnológica que fortalezca el ecosistema de investigación y desarrollo y promueva la transferencia de tecnologías al sector productivo. Se trata de una práctica similar a la realizada por países más avanzados en esta materia como Estados Unidos[32], Israel y Corea del Sur.

Si bien el modelo estadounidense es interesante de analizar y tener en consideración dada la evolución que ha tenido en más de 40 años, no podamos aplicarlo en los mismos términos en nuestro país, ya que el contexto y la temporalidad son muy distintos. Nuestro ecosistema de innovación está en pleno desarrollo y con una industria local muy reticente al riesgo, por lo que una ley de transferencia tecnológica debe ser capaz de responder a ese contexto y desafíos particulares de nuestro país.

Considerando lo anterior, creemos que una ley de transferencia tecnológica puede ser un buen instrumento para el fomento de las actividades de investigación y desarrollo asociadas a la transferencia de tecnologías y de conocimiento a la sociedad y el sector productivo.

El emprendimiento como mecanismo de transferencia tecnológica.

Debido a las características de nuestra economía, el emprendimiento debe ser uno de los pilares en su estrategia de innovación. Este es un importante mecanismo para la construcción y explotación de las capacidades científico-tecnológicas presentes en el país. Los emprendimientos son determinantes para la transformación de ciencia en innovación, ya que reducen los riesgos tecnológicos intrínsecos a este proceso (*de-risking* tecnológico). Al mismo tiempo son una fuente de creación de más y

[32] Entre los precursores de una Ley de Transferencia Tecnológica, el gran referente en esta materia es Estados Unidos, quien en 1980 dictó la *Bayh-Dole Act* y la *Stevenson-Wydler Act*. La primera con el objeto de insertar a las universidades, organizaciones sin fines de lucro y pequeñas empresas en el sistema de transferencia tecnológica, permitiéndoles retener la titularidad de las invenciones generadas a partir de financiamiento público para fomentar la comercialización de estas invenciones. Por su parte, la *Stevenson-Wydler Act* buscaba facilitar la transferencia tecnológica desarrollada por el gobierno federal al sector productivo.

mejores empleos, optimizan la competitividad empresarial y contribuyen a la diversificación de la matriz productiva.

En términos simples, un sistema nacional de innovación que apunte a fomentar el emprendimiento de base científico-tecnológico da un paso decidido para avanzar hacia una economía basada en el conocimiento, tal como lo han hecho Corea del Sur o Israel.

En Chile, se ha priorizado el modelo de transferencia tecnológica (*Technology Push)* por sobre el emprendimiento. En este sentido, es evidente que las Oficinas de Transferencia Tecnológica han dinamizado el ecosistema de innovación, ya que desde su creación hacia el año 2011 han trabajado fuertemente en la construcción de portafolios tecnológicos y su transferencia al mercado nacional, principalmente a través del licenciamiento a empresas.

Asimismo, aunque en menor medida, han explorado el modelo *market pull* que busca responder a las necesidades de la industria con las capacidades e infraestructura de las universidades y centros de investigación. Sin embargo, en lo que respecta a la creación de emprendimientos de base científico-tecnológicos como modelo de transferencia tecnológica, el trabajo ha sido menos sistemático y con capacidades más limitadas para dar soporte a las empresas que surgen al alero de investigadores y estudiantes de las instituciones de educación superior.

Sólo en los últimos años el emprendimiento de base científico-tecnológico se ha tomado la agenda pública para asumir un rol preponderante en el sistema nacional de innovación[33]. En 2020, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación lanza el programa Startup Ciencia que tiene por objetivo *"promover el crecimiento y fortalecimiento de empresas de base científico-tecnológica (EBCT) en Chile y en etapa temprana, a través del cofinanciamiento y apoyo técnico en el proceso de desarrollo tecnológico e innovación, en la validación técnica y de negocios de nuevos productos o servicios, facilitando así su entrada a los mercados nacionales"*[34].

El éxito de esta política pública dependerá en gran medida de que se logren resolver algunas las brechas identificadas en el ecosistema chileno que dificultan la generación y desarrollo de emprendimientos de base científico-tecnológico. Tanto en Chile como en el resto de América Latina las brechas que enfrentan los emprendimientos son similares. Al respecto, se destacan los estudios encargados por el Ministerio de Ciencia[35] y el realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)[36] donde se identifican estas brechas.

[33] Cabe señalar que hasta el año 2020 sólo existía un instrumento de financiamiento público para apoyar a alumnos universitarios de pre o posgrado para que materialicen sus tesis, memorias o proyectos de titulación, en productos, negocios o empresas de base tecnológica. Revisar: https://www.anid.cl/concursos/concurso/?id=546.

[34] Revisar: https://www.anid.cl/concursos/concurso/?id=593.

[35] Revisar: https://www.minciencia.gob.cl/legacy-files/20200310_informe_final_ebct.pdf.

[36] Kantis, Hugo y Angelelli, Pablo. Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro, Banco Interamericano de Desarrollo, 2020.

De acuerdo a lo señalado en el documento elaborado por el BID, existen una serie de condiciones para el surgimiento de este tipo de emprendimientos: i) el papel de las instituciones educativas en las fases tempranas de creación de emprendimientos; ii) inversión en investigación y desarrollo; iii) perfil empresarial predominante en los países; iv) producción de ciencia y tecnología; v) número de investigadores y políticas de incentivos para que los investigadores generen este tipo de emprendimientos; vi) políticas y regulaciones para la creación de emprendimientos; vii) rol de las Oficinas de Transferencia Tecnológica e incubadoras; y, viii) acceso a financiamiento en fases tempranas.

A partir de estos factores, se pueden evidenciar las brechas que deben enfrentar los emprendimientos de base científico-tecnológicos de la región, toda vez que, en general, los países de América Latina muestran debilidades en todos los puntos identificados si los comparamos con los países líderes a nivel mundial. A pesar de que el estudio del BID posiciona a Chile como referente en América Latina, la realidad de nuestro país no está ajena al resto de Latinoamérica[37].

Conviene mencionar algunos de los factores que afectan el crecimiento explosivo de emprendimientos de base científico-tecnológicos en Chile:

a. *Débil contribución de la plataforma de ciencia y tecnología y de las empresas al surgimiento de propuestas de valor innovadoras.*

A pesar de existir líneas de financiamiento enfocadas en potenciar la investigación aplicada desde hace casi 30 años, la tasa de resultados de investigación que son transferidos a la industria sigue siendo muy baja, dado que muchas veces esos resultados no responden a problemas reales del mercado sino más bien a la curiosidad propia de los investigadores.

b. *Falta de incentivos institucionales y problemas legislativos.*

Es indudable que las instituciones de educación superior juegan un rol fundamental para el surgimiento temprano de emprendimientos de base científico-tecnológico, toda vez que es una realidad de nuestro país que el mayor aporte de producción científico-tecnológico surge desde estas instituciones. En este sentido, a pesar de que la mayoría de las universidades y centros de investigación cuentan con políticas y reglamentos que fomentan la creación de emprendimientos, en general no brindan condiciones ni incentivos suficientes para que estos investigadores desarrollen iniciativas emprendedoras sin el temor de perder sus puestos de trabajo. Por ejemplo, en reglamentaciones de países más desarrollados en esta materia se les otorga una especie de "sabático" a los

[37] "En el ranking ICSEd-Prodem 2019, que evalúa las condiciones sistémicas de 66 países para el surgimiento de empresas dinámicas e innovadoras, los países de la región se posicionan debajo de la mitad de la tabla, con Chile a la cabeza en la posición 36. Le siguen, completando los primeros cinco lugares, México (42), Argentina (44), Costa Rica (46) y Uruguay (49)". Ver en: Kantis, Hugo y Angelelli, Pablo. Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro, Banco Interamericano de Desarrollo, 2020, p. 32.

investigadores para que puedan desarrollar sus iniciativas en este ámbito.

A lo anterior también se suman los problemas legislativos que dificultan la participación de investigadores como accionistas mayoritarios en estas compañías, tal como fue analizado previamente.

c. *Debilidades de los equipos fundadores*.

Falta de experiencia de trabajo multidisciplinario: ciencia, tecnología y negocios. Es necesario incorporar talento con experiencia construyendo este tipo de emprendimientos e incentivos para que los fundadores se dediquen a tiempo completo al emprendimiento.

d. *Carencia de cultura innovadora y rol de las instituciones de educación superior*.

En general, el sistema educativo chileno no desarrolla capacidades emprendedoras en sus estudiantes, sino más bien empleados que puedan insertarse adecuadamente en el mercado laboral. Otro factor determinante de que surjan pocas iniciativas emprendedoras dice relación con el miedo al fracaso, el cual está presente en la idiosincrasia nacional.

e. *Dificultades de acceso a capital de riesgo local, falta de experiencia de inversionistas valorizando y apoyando EBCT*.

La industria de capital de riesgo aún es incipiente en Chile, aunque se ha venido desarrollando con fuerza en los últimos tres años. Sin embargo, aún falta experiencia para que los *Venture Capital* chilenos inviertan en emprendimientos de base científico-tecnológico, debido a que este tipo de empresas enfrentan un mayor riesgo tecnológico, presentan tiempos de desarrollo y de *product-market fit* más largos, así como también altas barreras de entrada. Por lo mismo, hay una complejidad adicional para los inversionistas que deriva en una falta de *expertise* en la valorización de estas empresas y su ciclo de vida, obligando a estos emprendimientos a levantar capital en el extranjero.

Reflexiones finales.

Pensar en las diversas etapas y orientaciones de la transferencia tecnológica en Chile, es un tema que compromete al ecosistema de ciencia, conocimiento, tecnología e innovación en su conjunto. En este proceso, la política exterior debe estar en condiciones de facilitar el posicionamiento del país, en un escenario marcadamente globalizado y donde el desarrollo tecnológico impacta tanto a la competitividad como al crecimiento de la economía, que son condiciones necesarias para el bienestar de la sociedad.

El análisis conceptual, institucional y regulatorio de la transferencia tecnológica es necesario de incorporar en nuestra matriz estratégica de desarrollo, donde se anuncia que ámbitos intensivos en tecnología como las energías renovables no convencionales, el hidrógeno "verde" o la industria 4.0 están llamados a desempeñar un papel preponderante en nuestra visión de país. Nuevas formas de diplomacia serán necesarias para atender estas realidades y facilitar, al mismo tiempo, el fomento del emprendimiento de base científico-tecnológico como factores determinantes para avanzar hacia una economía y sociedad del conocimiento.

Las experiencias de países como Corea del Sur, Israel, EE.UU y Dinamarca son una referencia para una acción diplomática *multistakeholder*. Allí debemos identificar afinidades, para lo cual es estratégico disponer de los esquemas actuales de la inserción internacional de Chile como la Alianza de Pacifico, la OCDE, la ASEAN y la APEC, entre otros.

Apreciamos que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) aborde estos temas en su proceso de formación de las nuevas generaciones de diplomáticas y diplomáticos: ello es una forma de responder a los desafíos que deberá enfrentar nuestro país en un sistema internacional cada vez más interdependiente, donde también es necesario enfatizar una noción de "soberanía inteligente".

La Inversión Extranjera Directa como motor de la transformación digital en Chile

Beatriz Herrera[38], Vanessa Severin[39], Juan Pablo Candia[40]

Introducción

Los países, más allá de su nivel de desarrollo y necesidades, ven la Inversión Extranjera Directa (IED) como una fuente de crecimiento económico, modernización, aumento de los salarios y creación de más y mejores empleos. La llegada de IED presenta una serie de beneficios, como mejoras en la productividad, señalización, transferencia tecnológica, apertura de mercados, aumento de la competencia, diversificación productiva o la creación de nuevos ecosistemas de negocios. Esta genera sinergias que, de otro modo, no se producirían en la economía local, o demorarían más tiempo de lo deseado en ocurrir. Es por esto que las empresas extranjeras, al instalarse en sectores económicos de futuro, se convierten en actores claves y agentes de cambio del ecosistema local.

Este articulo ofrece una reflexión en torno al papel de la IED en una de las verticales productivas con mayor proyección en la actualidad: las tecnologías emergentes, propias de la cuarta revolución industrial. Estas inciden en múltiples dimensiones de la sociedad y suponen cambios en todos los ámbitos.

La política exterior puede coadyuvar a que procesos como el despliegue de infraestructura (5G, fibra óptica), la participación en regulaciones globales (como la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial) y la generación de un ecosistema innovador, donde Chile es un referente mundial (Start-Up Chile, junto con varias otras iniciativas públicas y privadas), faciliten la promoción de nuestro país como destino para la IED en el ámbito de la transformación digital.

El estado de la digitalización y su reciente aceleración

El mundo está experimentando una revolución tecnológica, impulsada por tecnologías como Cloud Computing, Inteligencia Artificial, Robótica, Internet de las cosas (IoT) y Big Data. La velocidad y escala del cambio tecnológico son tan vertiginosas que ha logrado transformar industrias en menos de tres décadas, generando nuevos paradigmas sociales, nuevas funciones y empleos en las organizaciones, además de la apertura de nuevas oportunidades para innovar en el desarrollo de servicios y modelos de negocios. En la actualidad, operan en múltiples sectores económicos, facilitando las transacciones comerciales, los servicios financieros, las comunicaciones,

[38] Agregado de Inversiones para Norteamérica, InvestChile
[39] Agregado de Inversiones para Europa, InvestChile
[40] Jefe de Unidad de Inteligencia Competitiva, InvestChile

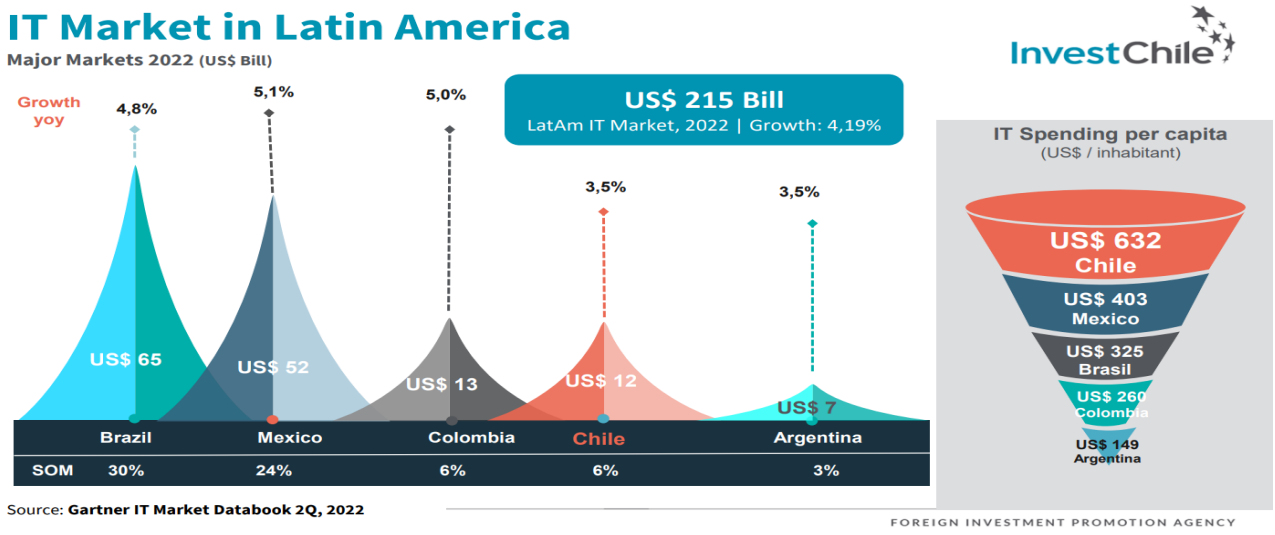
logística, el control industrial y productivo, además de las redes sociales y la manera en la que la sociedad se comunica e informa.

Por ejemplo, en 2020 la tecnología 4G se convirtió en la tecnología móvil dominante en todo el mundo, con más de 4.000 millones de conexiones, lo que representa el 54% del total[41]. En abril de 2021, 435 operadores en 133 países estaban invirtiendo en la tecnología 5G. De ellos, 162 operadores en 68 países habían lanzado uno o más servicios comerciales en 5G[42].

A lo largo de la cadena de valor, los países desarrollados atraen la mayor parte de las inversiones en actividades de preproducción (I+D) y en servicios de posproducción (logística, comercio, mercado y servicios al consumidor), mientras que los países en desarrollo reciben la mayor parte de las inversiones en proyectos relacionados con infraestructura y capacidades, así como en actividades de producción, que son las más intensivas en trabajo.

En América Latina y el Caribe, los principales operadores de telecomunicaciones se han concentrado en aumentar su base de clientes con el fin de ampliar su escala e incrementar sus sinergias, principalmente en el segmento de la telefonía móvil. Las inversiones alcanzaron su máximo nivel con el despliegue de las redes móviles y, en la actualidad, más del 50% de las conexiones totales de la región cuentan con tecnología 4G, mientras que la cobertura de las redes 5G podría llegar a cerca del 10% en 2025[43].

En el caso de Chile, el desarrollo previo a la pandemia ha permitido que el país se consolide como un Hub Digital en la región. Según antecedentes del Gartner IT Market Data Book (4Q – 2022), Chile lidera América Latina en términos de gasto en tecnologías de la información per cápita y está dentro del Top 3 de economías de la región en donde el sector TI creció más (3,5%). La siguiente infografía, extraída desde el reporte de Gartner, permite respaldar este análisis.



[41] La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2021. CEPAL, Naciones Unidas.

[42] Idem.

[43] Idem.

Adicionalmente, iniciativas asociadas al despliegue 5G y la conectividad internacional a través de fibra óptica, han logrado posicionar a Chile como un Hub para Data Centers, con actores como Google, Huawei, Ascenty, AWS, Oracle y Microsoft y una industria de servicios en la nube que crece cerca de un 25% anualmente.

La conectividad internacional de Chile sigue desarrollándose. En este momento, el cable de fibra óptica Humboldt que conectará América del Sur con el Asia Pacífico se encuentra en la fase de búsqueda de aliados estratégicos y definición de la ruta submarina. Se espera que la construcción se inicie el 2023. La iniciativa es liderada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) y Desarrollo País.

Conectividad internacional de Chile a través de cables de fibra óptica

	International	Length (kms)
1	Pan American (PAN-AM)	7,225
2	South American Crossing (SAC)	20,000
3	South America-1 (SAm-1)	25,000
4	America Movil-Telxsius West Coast Cable	7,300
5	Curie (Google)	10,500
6	18 border crossings with fiber-optic	
7	"Humboldt" Digital Gateway South America – Asia Pacific	22,000

Estos factores permitieron que Chile enfrentara los desafíos de la pandemia de una manera rápida y eficaz, lo que se puede ejemplificar con el crecimiento explosivo que tuvo el comercio electrónico en nuestro país. Según antecedentes presentados por la Cámara de Comercio de Santiago.[44] durante 2020 el comercio online creció un 55%, donde un 24% del total de las ventas corresponde a productos de tecnología, seguido por alimentación con un 11%. De igual forma, la digitalización de los más diversos ámbitos cotidianos, a través de videoconferencias, teletrabajo y teleformación se convirtieron en una realidad con la pandemia: diversos especialistas aseveran que esto es una tendencia irreversible.

[44]https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2021/04/Perspectivas-del-Comercio-Electr%C3%B3nico-George-Lever.pdf

Los desafíos de la digitalización en Chile

El proceso de digitalización de la economía está generando desafíos en los marcos normativos y regulatorios a diferentes niveles. Desde el punto de vista de las políticas públicas, es necesario priorizar aquellas iniciativas que impulsen un ecosistema de innovación, que interpreten adecuadamente las complejidades y los beneficios de las plataformas tecnológicas y que garanticen el libre acceso a las empresas innovadoras al mercado.

El artículo de Start-Up Chile, que se publica en esta separata, evidencia, desde la formación e implementación de políticas públicas, las múltiples externalidades positivas tanto para la economía como para la sociedad a nivel nacional. Este también es un ecosistema en que la diplomacia puede intervenir para, de esta manera, promocionar la capacidad de Chile como hub para el desarrollo de emprendimientos con potencial de futuro.

En el centro del desafío está el control del acceso y el uso de los datos que, en una economía digital, son elementos esenciales para la generación de innovaciones. El proyecto que regula la protección y el tratamiento de los datos personales[45], se encuentra en tramitación desde marzo de 2017. A la fecha, está en segundo trámite constitucional en la Cámara de Diputados y el Gobierno le ha puesto suma urgencia.

La iniciativa tenía por objetivo actualizar y modernizar el marco normativo e institucional sobre la materia. Al poco tiempo, el proyecto fue refundido con otra iniciativa similar de autoría parlamentaria[46]. El proyecto establece que el objeto de la ley es regular el tratamiento de los datos personales, por lo que todo tratamiento de datos personales que realice una persona natural o jurídica queda sujeto a sus disposiciones. Entre ellas se incluyen las relativas a los derechos de los titulares de los datos, consentimiento, obligaciones, transferencia de datos y autoridades de control. A la fecha, el proyecto sigue pendiente.

Por otro lado, también hay grandes desafíos en términos de capital humano para el desarrollo de la economía digital en el país. Chile requiere seguir creciendo en términos de disponibilidad de talento con habilidades técnicas, pilar fundamental para la instalación de empresas en el sector de los servicios y especialmente en el área tecnológica y de transformación digital. Esta brecha de capital humano ha sido observada por los principales actores del sector, quienes destacan la calidad profesional de los chilenos, pero coinciden en su baja disponibilidad y en la necesidad de mejorar su nivel de inglés.

Cerrar estas brechas generaría un potente efecto señal para la inversión extranjera y los consecuentes beneficios para nuestra economía y sus exportaciones. Permitiría

[45] Senado de la República de Chile. Boletín 11.144-07. El 19 de Octubre de 2021. Disponible en: http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=11144-07

[46] Senado de la República de Chile. Boletín 11.092-07. El 19 de Octubre de 2021. Disponible en: http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=11092-07

además facilitar la expansión y reinversión de parte de las empresas del sector, por mayor disponibilidad de capital humano capacitado.

Por otro lado, una iniciativa relevante y con un potencial de escalamiento exponencial en Chile es la Ley Fintech[47]. Esta promueve la competencia e inclusión financiera a través de la innovación y tecnología en la prestación de servicios financieros.

La "Ley Fintech"[48]. busca igualar las condiciones para proveedores de tecnologías de la nueva industria financiera, y además mejorar las herramientas de la industria tradicional. La iniciativa establece además los principios y reglas básicas para la implementación y desarrollo de un Sistema de Finanzas Abiertas, que permita el intercambio de información financiera de clientes, de manera expedita y segura, a través de interfaces de acceso remoto y automatizado, contando para ello con el consentimiento expreso del cliente.

El impacto es fundamental si consideramos como puede promover la llegada de nuevos actores, democratizar el acceso al capital, aumentar la competencia, mejorar las condiciones para el usuario final y crear una demanda de fuerza laboral altamente calificada para profesionales de la industria financiera y tecnológica. Con el fin de difundir y educar a potenciales inversionistas en los servicios regulados por la ley, InvestChile ha desarrollado diversos contenidos fácilmente accesibles[49], al igual que la planificación de diversas actividades de promoción para buscar la entrada de nuevos actores al ecosistema local.

InvestChile y la Transformación Digital

La gestión de brechas es uno de los papeles de las agencias de promoción de Inversión. InvestChile es la Agencia de Promoción de la Inversión Extranjera del Estado. A saber, el organismo público que promueve a Chile como destino de inversión extranjera directa en el mercado global, conectando los intereses de los inversionistas foráneos con las oportunidades de negocios que el país ofrece.

La Agencia desarrolla todo tipo de iniciativas para informar, promocionar, coordinar e incentivar el ingreso de Inversión Extranjera Directa (IED) al país, y la mejora del clima de inversión. Asimismo, participa en distintas iniciativas, tales como Talento Digital para Chile, con el fin de trabajar con el sector privado en el cierre de brechas de capital humano tecnológico al mediano y largo plazo, incorporado las necesidades de competencias de las empresas extranjeras instaladas a la oferta de capacitación y reconversión de Talento Digital.

En septiembre 2022, InvestChile, en conjunto con Talento Digital y Corfo, lanza el programa *Digital Talent Up*, trabajando con las empresas extranjeras en el levantamiento de competencias TI para apoyar al desarrollo del sector en Chile. Como resultado, se

[47] Carey (05 de enero de 2023) Nueva Ley Fintech: Marco regulatorio, Open Banking y entrada en vigencia. Disponible en https://www.carey.cl/nueva-ley-fintech-marco-regulatorio-open-banking-y-entrada-en-vigencia/

[48] Disponible en https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/congreso-chile-aprueba-proyecto-ley-fintech

[49] Disponible en https://blog.investchile.gob.cl/fintech-law-chile

planea entregar 1.000 becas bootcamp en 2023, con foco en formación y reconversión de capital humano en habilidades digitales, y se estima que 600 de esas becas tendrán distinción en inglés

En ese sentido, InvestChile lleva 6 años trabajando con empresas del sector Servicios Globales y Economía Digital y 4 con empresas del sector de Capital Emprendedor, buscando promover y desarrollar el ecosistema de servicios tecnológicos exportables y acceso a capital para compañías innovadoras en Chile.

En el sector Servicios Globales, la cantidad de proyectos ha crecido desde 52 iniciativas en 2017 a 189 al año 2022 (diciembre). También ha aumentado el monto a invertir, desde USD 1.6 a cerca de USD 6.8 mil millones. A su vez, los empleos potenciales han crecido desde 2 mil a más de 9.4 mil puestos de trabajo. Con esto, la cartera de proyectos del sector se ha cuatriplicado.

Actualmente, los proyectos del sector representan cerca de la mitad de la cartera total de InvestChile en cuanto a cantidad y más de la mitad en cuanto a potenciales empleos. De igual forma, 1 de cada 4 dólares a invertir de la cartera provienen de este sector. Finalmente, 41 proyectos del sector de tecnología y servicios globales apoyados por InvestChile se han instalado en el país, con un monto aproximado a invertir de USD 933 millones y más de 1.380 empleos a generar.

Lo que más ha contribuido al aumento de la cartera del sector, es el crecimiento de los proyectos en fases tempranas de desarrollo y el aumento en la cantidad de iniciativas del subsector de Externalización de procesos TI (ITO). En cuanto al monto a invertir, el aumento se explica mayormente por el crecimiento en la inversión en Data Centers. Y finalmente, el aumento en los potenciales empleos a generar se explica por el crecimiento del subsector de Externalización de procesos de negocio (BPO).

Los 3 principales países de origen de la inversión son EE.UU., Argentina, y Brasil, que en conjunto acumulan cerca del 57% del total de proyectos, el 86% del monto a invertir total y el 73% de los empleos a generar del sector.

En lo que respecta a innovación, observamos una serie de casos de éxito que permiten entregar una señal potente y construyen una oferta de valor de país más atractiva que nunca. Aportan a estar mirada las recientes rondas de levantamiento de capital de empresas como Cornershop, startup que levantó capital por USD $31,7 M en su serie B, y posteriormente fue adquirida por Uber en junio 2021; el unicornio NotCo, levantó capital por USD $70 M en la extensión de su serie D, alcanzando un total de USD $360M levantados y una valorización de USD $1500 M y Xepelin, plataforma líder en servicios financieros B2B anunció un levantamiento de capital de USD $111 M en su ronda Serie B; mientras que Betterfly distingue por haberse convertido en el primer unicornio social de Latam en febrero 2022, con una ronda serie C por US $125, alcanzando los USD $204 M en distintas rondas de financiamiento. Mientras que Instacrop anunció un acuerdo con la gigante agrícola BASF, y

recientemente extendió su ronda de inversión en US$ 5,5 millones.

Parte importante de este desarrollo se ha apalancado en iniciativas de apoyo lideradas por CORFO. Su programa de líneas de crédito para fondos de Capital de Riesgo, ha sido fundamental para el levantamiento de capital de empresas en etapas tempranas. De igual forma lo ha sido la Gerencia de Innovación, con la Ley I+D y sus programas de apoyo a compañías, al desarrollar prototipaje y escalamiento de soluciones con un fuerte componente de I+D. A esto se suman las recientes iniciativas del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que ha trabajado de manera decidida en el apoyo de emprendimientos de base científico-tecnológica en los últimos tres años.

Conclusión

Por su impacto en la economía del país, el sector tecnológico y la economía digital es un foco para la atracción de inversión extranjera, materia en la que InvestChile ha estado trabajando de forma prioritaria hace años. Para fortalecer esta labor de atracción de inversión, se presentó, en julio de 2021, al Comité de Ministros que rige a InvestChile, una propuesta de nueva Estrategia País de Fomento y Promoción de la Inversión Extranjera, la cual fue aprobada por dicho Comité.

Un punto central de la nueva estrategia es que se define en conjunto con las contrapartes técnicas ministeriales de Economía, Hacienda, Relaciones Exteriores, Agricultura, Obras Públicas, Minería, y Energía los focos estratégicos y las nuevas estrategias de fomento y promoción de cada foco, conteniendo en ellos, los planes de acción.

En el último Comité de Ministros para el fomento y promoción de la inversión extranjera realizado en diciembre del 2022, se aprobaron 5 focos estratégicos, dentro de los cuales se incluye "Potenciar a Chile como Hub Latinoamericano de Exportación de servicios", debido a que este foco incluye varios criterios de priorización señalados en la nueva estrategia, tales como la digitalización de la economía y la revolución 4.0., innovación en I+D+i, Capital de Riesgo, Capital Humano, Cierre de Brechas y Condiciones y Capacidades habilitantes, entre otras materias.

Para lograr esto, InvestChile propondrá al Comité de Ministros planes de acción que contendrán tanto acciones de promoción como acciones de gestión del entorno, para así, atraer más inversión en infraestructura tecnológica y digital, y fomentar los servicios globales y la economía del conocimiento.

Estas reflexiones permiten advertir cómo estos temas difícilmente pueden separarse de la Política Exterior. Tienen que ver con un modelamiento de sociedad y a cómo nos posicionamos en el mundo. Ello va más allá de lo tecnológico y responde a una visión esencialmente cultural, donde la ciencia y el conocimiento representan procesos transformadores que dinamizan a la sociedad y al bienestar de las personas.

Es en este contexto que, además, la diplomacia puede contribuir a atraer IED coadyuvando a la promoción de las

condiciones de un país, receptor de inversiones foráneas.

Apreciamos que la Academia Diplomática incorpore estos temas en sus procesos de formación porque representan espacios en que la acción diplomática debe estar presente, en un sistema internacional en el cual intervienen múltiples actores.

Desarrollo de la propiedad intelectual e industrial y su impacto en Chile: el rol del Instituto Nacional de Propiedad Industrial.

Loreto Bresky[50], *María José García*[51] *y Sergio Escudero*[52].

Introducción

Este artículo aborda cómo se configuró un sistema armonizado de propiedad intelectual a nivel internacional, cuya principal consagración e impulso fue la incorporación de un capítulo de propiedad intelectual como anexo en el sistema sucesor del GATT, (la Organización Mundial del Comercio), denominado Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIPs por su sigla en inglés). Asimismo, se detallan las importantes discusiones que se están dando a nivel internacional respecto a la relación entre propiedad intelectual y salud pública en un contexto de pandemia.

Desde la perspectiva nacional, se analiza la tradición que ha tenido Chile en materia de reconocimientos de los derechos de propiedad intelectual, la cual viene de antigua data y como el sistema multilateral más la política comercial de Chile impulsada desde la década de 1990, posibilitaron la generación de un sistema de propiedad intelectual con estándares internacionales, los cuales no necesariamente se ajustaban al nivel de desarrollo del país.

No obstante lo anterior, en los últimos años el cambio del modelo de innovación imperante a nivel global, producido por la mayor disponibilidad de tecnologías y la maduración de ciertos programas tecnológicos locales, han permitido una intensificación en la utilización de este sistema por parte de nacionales, como en el caso del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes, que ha experimentado alzas significativas en su utilización en los últimos años (7% aproximadamente).

1. La arquitectura internacional de la propiedad intelectual.

Orígenes, concepto y pilares del concepto

El origen del concepto de "la arquitectura internacional de la propiedad intelectual" es atribuido[53] a Pedro Roffe, un reconocido experto chileno en temas de propiedad intelectual. Este concepto engloba diferentes generaciones de tratados internacionales y acuerdos bilaterales, plurilaterales o multilaterales en esta materia, que son los

[50] Directora Nacional del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Chile (INAPI).
[51] Subdirectora de Transferencia del Conocimiento del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Chile (INAPI).
[52] Encargado de Relaciones Internacionales y de Políticas Publicas del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Chile (INAPI).
[53] Correa Seuba, (Eds), (2019). Xavier Seuba y Mariano Genovesi, *Four Decades of Technology Transfer, Trade and Intellectual Property*. En *Intellectual Property and Development*, *p.88*. Liber amicorum Pedro Roffe.

que dan forma a este "constructo de normas" que dan origen a esa arquitectura. Si bien el concepto es nuevo, los elementos que la componen (acuerdos internacionales) no lo son y, por el contrario, este diseño nace a finales del siglo XIX con la adopción de las Convenciones de París de 1883.[54] y de Berna de 1886.[55] para la protección de la propiedad industrial y las obras literarias y artísticas, respectivamente.

Para la mayoría, los cimientos de esta arquitectura se encuentran en el Acuerdo de los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, ADPIC o TRIPs, que es uno de los anexos adoptados en virtud del acuerdo que creó la Organización Mundial del Comercio, después de las prolongadas negociaciones de la Ronda Uruguay del entonces GATT de 1947.[56]. Si bien dicho Acuerdo multilateral ha sido clave en el desarrollo de un sistema de PI a nivel multilateral, las bases que permitieron que dicho acuerdo se celebrara fueron los Convenios de París y Berna, cuya importancia para el derecho de la propiedad intelectual se proyecta hasta nuestros días.[57].

Una de las acepciones que entrega la Real Academia de la Lengua Española al concepto de arquitectura es que se trata de una estructura lógica y física de los componentes de una cosa. La arquitectura internacional de la propiedad intelectual precisamente constituye una estructura lógica y física de cuatro pilares fundamentales que la constituyen: Los Estados, las normas internacionales, los organismos internacionales y el sistema de solución de diferencia. Esta arquitectura está hecha para regular, proteger, observar y resolver conflictos relativos a la propiedad intelectual a nivel internacional.

Los Estados son quizás el pilar más importante, pues serían "los arquitectos" de esta estructura, en su calidad de "Partes" de los acuerdos internacionales que suscriben. Actualmente pueden ser Estados individuales o entidades internacionales constituidas por varios Estados, como sería el caso de la Unión Europea, que es parte en varios de los acuerdos administrados por OMPI.

La normativa internacional está constituida por el conjunto de acuerdos adoptados por los Estados, ya sea reunidos de manera

[54] Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, adoptado en esa ciudad el 20 de marzo de 1883, revisado en Bruselas el 14 de diciembre de 1900, en Washington el 2 de junio de 1911, en La Haya el 6 de noviembre de 1925, en Londres el 2 de junio de 1934, en Lisboa el 31 de octubre de 1958, en Estocolmo el 14 de julio de 1967 y enmendado el 28 de septiembre de 1979. https://wipolex.wipo.int/es/text/287557.

[55] Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas del 9 de septiembre de 1886, completado en PARIS el 4 de mayo de 1896, revisado en BERLIN el 13 de noviembre de 1908, completado en BERNA el 20 de marzo de 1914 y revisado en ROMA el 2 de junio de 1928, en BRUSELAS el 26 de junio de 1948, en ESTOCOLMO el 14 de julio de 1967 en PARIS el 24 de julio de 1971 y enmendado el 28 de septiembre de 1979. https://wipolex.wipo.int/es/text/283694.

[56] El acuerdo TRIPS corresponde al Anexo 1C del denominado Acuerdo de Marrakech por el que se estableció la Organización Mundial del Comercio, de 15 de abril de 1994. Dicho acuerdo entró en vigor el 1º de enero de 1995, después de la conclusión de la ronda de negociaciones comerciales denominada "Ronda Uruguay", iniciada en 1982 y concluida el 15 de abril de 1994 oportunidad en que la mayoría de los 123 gobiernos participantes en las negociaciones, firmaron el Acuerdo en una reunión celebrada en Marrakech (Marruecos).

[57] Al 1 de octubre de 2020 el Convenio de París tenía 177 miembros, en tanto que el Convenio de Berna, a igual fecha, tenía 179 estados miembros.

especial para alcanzar un determinado acuerdo, como podría ser el acuerdo por el cual se estableció la OMC; o bien porque una organización internacional somete una propuesta de tratado a sus miembros, como podría ser cualquier los acuerdos administrados por OMPI, por ejemplo, el Tratado de Cooperación en materia de Patentes, conocido por su sigla en inglés PCT.

En lo que respecta a los organismos internacionales, si bien en sus inicios su construcción estuvo liderada por el multilateralismo dentro de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI, hasta finales de la década de 1980, luego se le unió el de la que hoy conocemos como la Organización Mundial del Comercio, OMC. Hoy se podría decir que esa construcción o desarrollo, más bien dicho, está más marcada por el bilateralismo y plurilateralismo.

La arquitectura internacional de la propiedad intelectual en la era post TRIPs también se ha nutrido de acuerdos bilaterales o plurilaterales de libre comercio, muchos de los cuales han incluido disposiciones relativas a la propiedad intelectual. La celebración de este tipo de acuerdos no sólo ha sido explosiva[58], sino que también han incorporado normas que van más allá de las disposiciones del acuerdo TRIPs, en lo que se ha dado en denominar, acuerdos *TRIPs plus*..[59]

Finalmente, la arquitectura internacional de la propiedad intelectual tiene un sistema propio que permite resolver pacíficamente las diferencias que se pueden presentar entre las Partes en la aplicación de los tratados. Tradicionalmente, estos mecanismos se han establecido en los propios acuerdos de propiedad intelectual. Sin embargo, con la creación de la OMC se estableció un sistema de solución de diferencias para resolver las cuestiones entre las Partes de todos los acuerdos administrados por esa organización, incluidas aquellas derivadas del acuerdo de TRIPS..[60]

Aspectos sustantivos de los Acuerdos Multilaterales

Los convenios de París y Berna

A finales del siglo XIX se dio origen a dos pilares fundamentales del desarrollo moderno del derecho de la propiedad intelectual, como son los convenios de París y Berna. El Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial fue adoptado después de trabajos preparatorios realizados en 1873 y 1878, a los que le siguió una Conferencia Internacional que tuvo lugar en París entre el 4 al 20 de noviembre de 1880, a cuyo término se acordó un documento que fue suscrito por los 21 países

[58] Conforme a estadísticas de la OMC, si en 1995 existían 125 acuerdos regionales (como se denominan en la jerga de OMC), en este año 2021 llegaban a 565 acuerdos, muchos de los cuales contenían normas sobre propiedad intelectual. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/region_s/region_s.htm#facts.

[59] Este concepto pretende indicar que se trata de acuerdos que otorgan una mayor o mejor protección a los titulares de derechos de propiedad intelectual o una mejor observancia de ellos.

[60] En el sistema de la OMC, entre 1995 y 2020 se han sometido 598 controversias a la consideración de su Órgano de Solución de Diferencias, 42 de las cuales (7%) están relacionadas con temas de propiedad intelectual del acuerdo TRIPS. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dispu_s/dispustats_s.htm

participantes en dicho evento[61]. A este documento le fue agregado un Protocolo final adicional del 20 de marzo de 1883 suscrito por 11 países en una conferencia similar a la anterior, entrando en vigencia el 6 de julio del año siguiente.

De conformidad a lo dispuesto en su artículo 14, que permite la revisión periódica del convenio, este Convenio ha sido revisado en las conferencias de Roma de 1886, de Madrid en 1890 y 1891, en 1897 y 1900 en Bruselas, en Washington en 1911, en La Haya en 1925, en 1934 en Londres, en 1958 en Lisboa y en 1967 en Estocolmo, y enmendada en 1979. Al 1 de Octubre de 2020, 177 Estados eran miembros de este convenio[62]. El Convenio de París es aplicable a varias categorías de derechos de propiedad industrial, como las patentes, los modelos de utilidad, las marcas (incluidas las marcas colectivas), los dibujos y modelos industriales, los nombres comerciales, las indicaciones de procedencia y la competencia desleal.

Paralelamente a la protección de la propiedad industrial, el derecho de autor encuentra su protección internacional más importante en el Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas, que fuera adoptado el 9 de septiembre de 1886. Desde su adopción, también ha sido completada, revisada o modificada en varias ocasiones: completada en 1896 en París, revisada en 1908 en Berlín, completada en 1914 en Berna, revisada en 1928 en Roma, en 1948 en Bruselas, en 1967 en Estocolmo y en 1971 en París, y modificada en 1979[63]. Al 1 de octubre de 2020, el Convenio de Berna contaba con 179 Estados Miembros.

A diferencia del Convenio de París, el Convenio de Berna protege a los autores de obras literarias y artísticas como músicos, poetas, pintores, escultores, etc., y científicas, cualquiera sea su modo de expresión. También establece principios relevantes reconocidos no sólo en las legislaciones nacionales, sino que, al igual que el Convenio de París, sus disposiciones sustantivas están incorporadas por referencia en el acuerdo TRIPs.

La normativa de propiedad intelectual hacia finales de la década de 1980

En el año 1967 se crea la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI, sobre la base de las Oficinas Internacionales Reunidas para la Protección de la Propiedad Intelectual, conocida bajo su sigla en francés de BIRPI. También es en esta época que se inician -en el marco del GATT- las negociaciones multilaterales de la llamada Ronda Uruguay, que culminarán con el acuerdo de la creación de la Organización Mundial del Comercio y la aprobación del Acuerdo sobre los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, TRIPs.

[61] Esos países fueron: Argentina, Austria, Bélgica, Brasil, El Salvador, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Guatemala, Hungría, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Rusia, Suecia, Suiza, Turquía, Uruguay y Venezuela. Ver *Union Internationale pour la protection de la propiété industrielle*. « Actes de la Conférence Internationale pour la protection de la propriété industrielle, réunié à Paris du 4 au 20 novembre 1880 », pp 8 y 9.

[62] La lista de Estados miembros está disponible en https://www.wipo.int/export/sites/www/treaties/en/documents/pdf/paris.pdf.

[63] La lista de Estados miembros está disponible en: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/copyright/615/wipo_pub_615.pdf

El trabajo normativo que se realiza en materia de propiedad intelectual durante el siglo XX hasta la década de 1980 (época previa a la creación de la OMC y TRIPs) estuvo muy centrado en la cobertura de temas específicos y en las negociaciones que se realizan en el seno de OMPI. Es en esta época donde se generaron la gran mayoría de los acuerdos de propiedad intelectual que hoy conocemos y que suman 26 acuerdos[64], incluido el acuerdo constitutivo de la propia organización[65].

En esa época el desarrollo normativo de la propiedad intelectual se realizaba de manera aislada y desperdigada, sin que haya necesariamente una coherencia sustantiva entre ellos. Esta normativa tendió esencialmente hacia una armonización o estandarización de las legislaciones en materias específicas como patentes, marcas, diseños, circuitos integrados; a la facilitación del registro internacional y al establecimiento de clasificaciones internacionales de las distintas categorías de derechos.

El advenimiento de TRIPs y los acuerdos TRIPs-plus

La llamada Ronda Uruguay de negociaciones comerciales -en la que participaron más de 120 delegaciones- se inicia en la ciudad de Punta del Este, Uruguay, en septiembre de 1986 y se esperaba concluirla en Bruselas en 1990, lo que no ocurre debido a una serie de desacuerdos entre las partes en varias materias (la propiedad intelectual fue uno de los que causó esta demora, especialmente en el ámbito de las patentes y las indicaciones geográficas), lo que obligó a continuar las negociaciones más allá del plazo inicialmente previsto. Ello no ocurrirá sino hasta abril de 1994 en la ciudad de Marrakech, Marruecos, cuando se firman todos los acuerdos alcanzados, entrando en vigor la creación de la OMC el 1 de enero de 1995.

La ronda Uruguay ha sido, sin duda, la negociación multilateral más comprehensiva celebrada hasta ahora, ya que incluyó prácticamente todas las áreas del comercio conocidas hasta ese entonces, abarcando más de 30 temas[66] diferentes relacionados con el comercio, que se fueron incorporando a medida que las negociaciones avanzaban. Desde la perspectiva de la propiedad intelectual, durante estas negociaciones por primera vez este tema no sólo se vincula al comercio mundial, sino que se negocia al margen de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, que hasta ese entonces tenía el monopolio normativo internacional de la propiedad intelectual.

Este Acuerdo se constituyó en el más importante tratado multilateral sobre propiedad intelectual redactado y celebrado en este siglo XX, por los siguientes aspectos: (1) era el único acuerdo que cubría todo el espectro de protección de los derechos de

[64] El listado de esos tratados, en resumen, de cada uno, su texto completo y número de miembros en cada uno de ellos, está disponible en la página de OMPI. https://www.wipo.int/treaties/es/index.html.

[65] El instrumento constitutivo de OMPI fue suscrito el 14 de julio de 1967 en Estocolmo y entró en vigor en el año 1970. El convenio fue enmendado en 1974 y en la actualidad cuenta con 193 Estados miembros. Chile es parte de este acuerdo desde el 25 de junio de 1975. A partir de 1974, OMPI pasó a ser uno de los 17 organismos especializados de las Naciones Unidas. https://www.un.org/es/about-us/specialized-agencies

[66] La lista de temas se encuentra en: OMC. *"El programa incorporado posterior a la Ronda Uruguay."* https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/fact5_s.htm.

propiedad intelectual; (2) estableció una efectiva disciplina respecto de todos estos derechos al incorporar los temas sobre observancia; (3) otorgó una protección de alto estándar; y (4) estableció medios coactivos eficaces para su observancia y aplicación. Más aún, hizo suyas las disposiciones sobre solución de controversias de la OMC, lo que permitió contar con normas muy efectivas para resolver las diferencias entre las Partes, mecanismo que no existía anteriormente en materia de propiedad intelectual. Al incorporar TRIPs las disposiciones sustantivas de los Convenios de París y Berna, hizo también aplicable ese sistema de solución de controversias a dichas disposiciones.

La inclusión de estos temas en la agenda comercial ha sido objeto de bastante controversia, incluso hasta el día de hoy por la pandemia, fundada en los impactos que tendría una protección armonizada de derechos de propiedad intelectual en materia de acceso de bienes esenciales para países en desarrollo, así como también en el efecto que tendría en el incremento de la brecha tecnológica ya existente entre países de más altos ingresos y los de menor desarrollo. Cuestión que tuvo un magro balance con la incorporación de los artículos 7, 8.2 y 66.2 de TRIPs, todos los cuales se refieren a obligaciones de transferencia tecnológica que son poco claras, y que han demostrado tener poca efectividad en la generación de capacidades tecnológicas locales en los países menos desarrollados[67].

2. Propiedad intelectual y salud pública: un tema actual en tiempos de pandemia

La adopción del acuerdo TRIPs obligó internacionalmente a los países miembros a la protección por patente a…"todas las invenciones, sean de productos o de procedimientos, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, entrañen una actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial"[68], lo que incluía a los productos farmacéuticos. Lo anterior fue arduamente discutido por países desarrollados y en desarrollo. Para minimizar el impacto, los países en desarrollo tuvieron la oportunidad de postergar la protección a los medicamentos, pero bajo el sistema de lo que se conoció como el pipeline suizo, respecto de la materia existente.

Cabe destacar que, de forma previa a los ADPIC, el Convenio de París de 1883 entregaba a la legislación de cada parte la regulación de cuáles productos y/o procesos podían ser o no patentados, norma que no ha sido alterada en las distintas revisiones y modificaciones que el Convenio ha sufrido hasta ahora. Aún más, en plena negociación de la Ronda Uruguay del GATT, OMPI realizó un estudio[69] sobre las exclusiones de la protección que establecían las legislaciones de los entonces 97 miembros del Convenio de Paris[70]. Ese estudio arrojó que cerca del

[67] World Trade Organization, "Declaration On The Trips Agreement And Public Health", Ministerial Conference Fourth Session, Doha, (November 2001), https://www.wto.org/english/thewto_e/minist_e/min01_e/mindecl_trips_e.pdf

[68] Artículo 27.1 del acuerdo TRIPs.

[69] Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Comité de Expertos sobre la Armonización de Ciertas Disposiciones de las Leyes para la Protección de las Invenciones. Cuarta Reunión, Ginebra, 2 a 6 de noviembre de 1987. "Exclusiones de la Protección por Patente. Memorándum de la Oficina Internacional de la OMPI. Documento." Documento HL/CE/IVINF/1 Rev.1, del 30 de mayo de 1988, p. 3.

[70] Este estudio incluyó, además, las legislaciones de Bolivia, Colombia, Ecuador, India, Malasia, Pakistán, Perú, Tailandia y Venezuela, y los convenios regionales de la Organización

50% de dichas legislaciones (49) excluían los productos farmacéuticos de la protección por patentes.

El tema del impacto del acuerdo TRIPs en la salud pública salió nuevamente, luego de su entrada en vigencia, a la discusión en relación a los problemas derivados del uso del mecanismo de licencias obligatorias, cuando los países no tenían capacidad tecnológica o esta fuere insuficiente para producir los fármacos que requerían, especialmente para el tratamiento de ciertas enfermedades como VIH/SIDA, tuberculosis, paludismo, entre otras. En ese sentido, es en el seno de la Cuarta Conferencia Ministerial de la Organización Mundial del Comercio celebrada en noviembre de 2001 en la ciudad de Doha, Qatar, donde los ministros subrayaron la importancia de que el acuerdo TRIPs "…se aplique e interprete de manera que apoye la salud pública, promoviendo tanto el acceso a los medicamentos existentes como la creación de nuevos medicamentos…"[71].

A pesar que la Declaración de Doha calmó los ánimos y dio una salida política a países que clamaban mayor flexibilidad del acuerdo TRIPs en materia de salud pública, especialmente respecto de aquellos que no tenían capacidad para producir medicamentos, el mecanismo en definitiva no ha sido muy utilizado. La pandemia del COVID-19 trajo a la mesa de discusiones nuevamente el problema de las flexibilidades del acuerdo TRIPs en temas relacionados con la salud pública, ya que para algunos países la solución de las licencias obligatorias no es suficiente para poder producir las vacunas y los tratamientos adecuados para prevenir y controlar los efectos de esta pandemia.

Por este y otro tipo de consideraciones, en el mes de octubre del año 2020 India y Sudáfrica hicieron una propuesta al Consejo de TRIPs, en virtud de la cual se establecía un *"waiver"* o exención[72] de determinadas disposiciones de dicho acuerdo para la prevención, contención y tratamiento del COVID-19. Con ello, se pretendía responder de una manera más eficaz a la pandemia por la vía de tener acceso rápido a productos médicos que están escaseando, como equipos de diagnóstico, mascarillas médicas, otro equipo de protección personal y respiradores, así como a vacunas y medicamentos para la prevención y el tratamiento de los pacientes con COVID-19.

Inmediatamente esta propuesta ganó un fuerte apoyo en un grupo importante de países. Se iniciaron primero un sinnúmero de reuniones para aclarar la necesidad y las dudas que tenían varios de ellos en cuanto a la forma cómo operaría este *waiver*, lo que llevó a los autores a una segunda propuesta modificada, presentada en mayo de 2021, en la cual se recogían algunas de las inquietudes presentadas por un sector de países no del todo favorables a la propuesta. En medio de esta discusión, la propuesta recibió el inesperado apoyo de Estados Unidos, con lo que fortaleció de manera importante la

Regional Africana de la Propiedad Industrial (ARIPO, el Convenio de la Patente Europea y el acuerdo sobre la Organización de Propiedad Intelectual (OAPI).

[71] Organización Mundial del Comercio. "Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio (ADPIC) (párrafos 17 a 19). https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dda_s/dohaexplained_s.htm#trips.

[72] Documento IP/C/W/669 del 2 de octubre de 2020.

posición negociadora del grupo de países proponentes.

En contrapartida, la Unión Europea ha comenzado a desarrollar un liderazgo con su tesis que el *waiver* no es una solución y que la OMC ya cuenta con los mecanismos apropiados dentro del propio acuerdo TRIPs para dar una solución a los problemas que se pretenden solucionar con la exención, basados en el uso de las licencias obligatorias que permite el acuerdo y la Declaración de Doha, combinado con sus acciones tendientes a incrementar la producción de vacunas, para eliminar los cuellos de botella que se producen entre la demanda y oferta de las mismas, solución en la que pocos creen.

Frente al *impasse* de la negociaciones, ya que ni la solución del *waiver* ni la propuesta de la Unión Europea logran avances, el presidente del Consejo General de la OMC recurrió a un antiguo mecanismo utilizado para enfrentar situaciones complejas de este tipo: la designación de un facilitador.[73] que logre incorporar a las diferentes posiciones en un proceso multilateral horizontal que no solo permita organizar el trabajo del Consejo, sino que también garantizar la transparencia y la inclusión de todos los miembros en la negociación.

3. Sistema de propiedad intelectual en Chile

Chile, desde el inicio de su República (1833), ha consagrado los derechos de propiedad intelectual en la Constitución, y luego los ha regulado en diversas leyes, tales como la Ley sobre Propiedad Literaria y Artística de 1834, la Ley sobre Privilegios Exclusivos de 1840, entre muchas otras, creando también de manera temprana una institucionalidad *ad-hoc*.

Sin embargo, no fue sino a hacia fines de la década de 1990 que comenzó un profundo proceso de modernización en el sistema de propiedad intelectual nacional, que dura hasta el día de hoy, y que fue gatillado por la preparación de lo que sería la implementación de los nuevos estándares internacionales que surgen a partir del Acuerdo sobre Aspectos de la Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio.

La incorporación de mayores estándares de propiedad intelectual se afianzó con su incorporación en los Tratados de Libre Comercio (TLCs).[74], lo cual tuvo especial efecto en Chile, por la política comercial que fue impulsada a partir de la década de 1990 a través de acuerdos bilaterales.[75]. Lo anterior, derivó en una serie de TLCs con capítulos comprensivos de propiedad intelectual como es el caso de Estados Unidos, EFTA, Australia y Japón. Sin duda que el acuerdo con mayores estándares hasta el día de hoy es aquel celebrado con Estados Unidos. Éste forma parte de la segunda generación de TLCs que se inicia en octubre de 2000, cuyo estándar se corresponde al celebrado con Jordania y con Singapur, Australia y otros países en el Oriente Medio, los que se caracterizan por tener mayores obligaciones en materias reguladas, tales como productos

[73] Ver OMC. "Chair Castillo selects David Walker to facilitate WTO response to COVID-19." https://www.wto.org/english/news_e/news21_e/gc_22jun21_e.htm.

[74] Saez, Sebastián, Valdez, Juan Gabriel, 1999. Chile y su Política Comercial Lateral.

[75] Díaz Alvaro, 2006. TLC y propiedad intelectual: desafios de politica publica en 9 países de América Latina y el Caribe.

farmacéuticos y agroquímicos (*linkage* y protección a la información no divulgada).[76].

Estos acuerdos le dieron una nueva forma al sistema de propiedad intelectual nacional, impulsando una serie de modificaciones legales, reglamentarias e institucionales, y generando también mayores capacidades internas en la materia.

Principales tratados de propiedad intelectual de los cuales Chile es parte.[77]

Propiedad Industrial	Vigencia	Propiedad intelectual	Vigencia
Convenio que establece la OMPI	25.06.1975	Convenio que establece la OMPI	25.06.1975
Convenio por el cual se establece la OMC (TRIPs)	01.01.1995	Convenio por el cual se establece la OMC (TRIPs)	01.01.1995
Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial	14.06.1991	Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas	05.06.1970
Tratado de Cooperación en materia de Patentes, PCT	02.06.2009	Tratado de la OMPI sobre el Derecho de Autor (WCT)	06.03.2002
Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los fines del Procedimiento en materia de Patentes	05.08.2011	Tratado de Marrakech para facilitar el acceso a las obras publicadas a las personas ciegas, con discapacidad visual o con otras dificultades para acceder a textos impresos	30.09.2006
Tratado sobre el Derecho de Marcas	05.08.2011	Tratado de Beijing sobre Interpretaciones y Ejecuciones Audiovisuales	28.07.2020
Protocolo del Arreglo de Madrid sobre el Registro Internacional de Marcas	Pendiente	Convenio para la Protección de los Productores de Fonogramas contra la reproducción no autorizada de sus fonogramas	24.03.1977
		Tratado de la OMPI sobre Interpretación o Ejecución y Fonogramas (WPPT)	20.05.2002
		Convenio de Bruselas sobre la distribución de señales portadoras de programas transmitidos por satélite	08.06.2011

[76] Roffe, Pedro, Genovesi, Luis Mariano, 2011. Implementación y administración de los capítulos de propiedad intelectual en los acuerdos de libre comercio con Estados Unidos La experiencia de cuatro países de América Latina

[77] Fuente: Tratados OMPI: https://www.wipo.int/treaties/es/. TRIPs:https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/org6_s.htm.

		Convención de Roma sobre protección de artistas intérpretes o ejecutantes, productores de fonogramas y los organismos de radiodifusión	05.09.1974

Algunos de los cambios más significativos se llevaron a cabo en materia de implementación de acuerdos bilaterales y multilaterales. Asimismo, esto dio lugar a la necesidad de fortalecer la institucionalidad nacional y generar nuevas capacidades, por lo que en el año 2008 se crea el Instituto Nacional de Propiedad Industrial[78], que empezaría a operar en el año 2009.

Destacamos algunas de las modificaciones que se debieron implementar en nuestro sistema de PI como consecuencia de los compromisos adquiridos:

-La Ley Nº 19.996 que modifica la Ley de Propiedad Industrial en el año 2005, incorpora algunos de los compromisos adquiridos en los ADPIC, como (i) la protección a la información no divulgada para nuevas entidades químicas, las Indicaciones Geográficas y las Topografías de Circuitos Integrados; (ii) extiende el plazo de protección de las patentes a 20 años; (iii) se incorporan las marcas sonoras; (iv) modifica la estructura del Tribunal de Propiedad Industrial; se establece el procedimiento más expedito de nuestro sistema legal para el conocimiento y sanción de las infracciones a los derechos de propiedad industrial (sumario); y (v) se establecen nuevas acciones prejudiciales precautorias.

-Modificación a la Ley N° 17.336 de Propiedad Intelectual que incorporó obligaciones relativas a la adopción de dicho acuerdo multilateral:

- En el año 2003 (i) se extendió la duración de la protección a los derechos de autor y conexos a 70 años; (ii) se extendió el ámbito de protección del derecho de autor a otras áreas como, por ejemplo, los diseños textiles y la gestión de la información; y (iii) se incorporaron las medidas de frontera tanto para la exportación como para la importación y tránsito de mercaderías piratas o falsificadas.

- En el año 2007 entra en vigencia la Ley N° 20.160 que modifica la Ley N° 19.039 de Propiedad Industrial, adecuando la ley a algunas obligaciones contenidas en el TLC con Estados Unidos, particularmente lo relativo a la protección suplementaria. Asimismo, dicha ley incorpora limitaciones a la información no divulgada y normas sobre indicaciones geográficas, con la finalidad de darle mayor balance al sistema nacional.

- Con motivo de la implementación del TLC con Estados Unidos en el año 2010, se realizó la modificación más importante a la Ley de Propiedad Intelectual N° 17.336, para implementar varias de las obligaciones contenidas en el TLC Chile-Estados Unidos.

[78] Ley 20.254 publicada el 14 de abril de 2008, crea el Instituto de Propiedad Industrial (INAPI), sucesor legal del Departamento de Propiedad Industrial del Ministerio de Economía

(i) Se estableció un nuevo sistema de sanciones actualizando tipos penales existentes y tipificando nuevos delitos, simplificado los procedimientos civiles y penales; (ii) se incorporaron medidas cautelares especiales y se aumentaron facultades de investigar los delitos; (iii)También se incluyeron las limitaciones de responsabilidad de proveedores de servicios de Internet, y se precisaron aspectos relacionados con el procedimiento de fijación de tarifas por entidades de gestión colectiva. Adicionalmente, se modificó el régimen de limitaciones y excepciones existente para los derechos de autor y conexos.

V. NUEVOS ECOSISTEMAS DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

La innovación ha cambiado dramáticamente en los últimos años, esto debido a diseminación y acceso de herramientas para hacer innovación tecnológica.[79], las políticas públicas que buscan sofisticar nuestro mercado e impulsar que nuevos actores entren al ecosistema de innovación, principalmente Start ups y PYMEs, entre otros. Esto ha producido cambios en el modelo de innovación de multinacionales, quienes en muchos casos han optado por cerrar sus áreas de investigación y desarrollo, y generar en su lugar áreas de *corporate venture*.[80].

En Chile, la profundización temprana del sistema de propiedad intelectual a raíz de los compromisos internacionales antes mencionados, ha permitido aumentar la conciencia de su importancia. Es así como en los últimos seis años se ha observado un aumento significativo de solicitudes de patentes de nuestros residentes, de 24% en solicitudes nacionales y 45% en solicitudes PCT. Asimismo, en las universidades ha habido un incremento de solicitudes de patentes de 75% en los últimos cinco años.[81].

No obstante lo anterior, las mediciones de transferencia tecnológica en Chile aún no tienen niveles de impacto en nuestra matriz productiva, según es posible apreciar en el índice de complejidad económica que muestra que la canasta exportadora nacional en los últimos 20 años se ha ido tornando menos compleja pasando del lugar 43 del ranking global al 77 del ECI.[82].

En el mismo sentido, el Global Innovation Index.[83] muestra una caída sistemática de Chile en los últimos cuatro años. Los indicadores que no han tenido un buen desempeño son aquellos relativos a los resultados y/u *outputs*. Principalmente los relativos a sofisticación de negocios, capital

[79] Brant, Jennifer, Lohse, Sebastian, 2011. The Open Innovation Model- ICC.

[80] https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/traditional-company-new-businesses-the-pairing-that-can-ensure-an-incumbents-survival

[81] https://www.inapi.cl/estadisticas/tratado-de-cooperacion-en-materia-de-patentes/estadisticas

[82] El Índice de Complejidad Económica (ICE) mide qué tan diversificada y compleja es la canasta de bienes exportados por un país, determinado por los conocimientos y las capacidades productivas acumuladas. Lo anterior es medido a través de la clasificación de exportaciones. https://oec.world/es/rankings/eci/hs6/hs96

[83] El Índice de Innovación Global (GII) es un ranking de innovación global de 132 economías, basándose en 81 indicadores diferentes https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021/

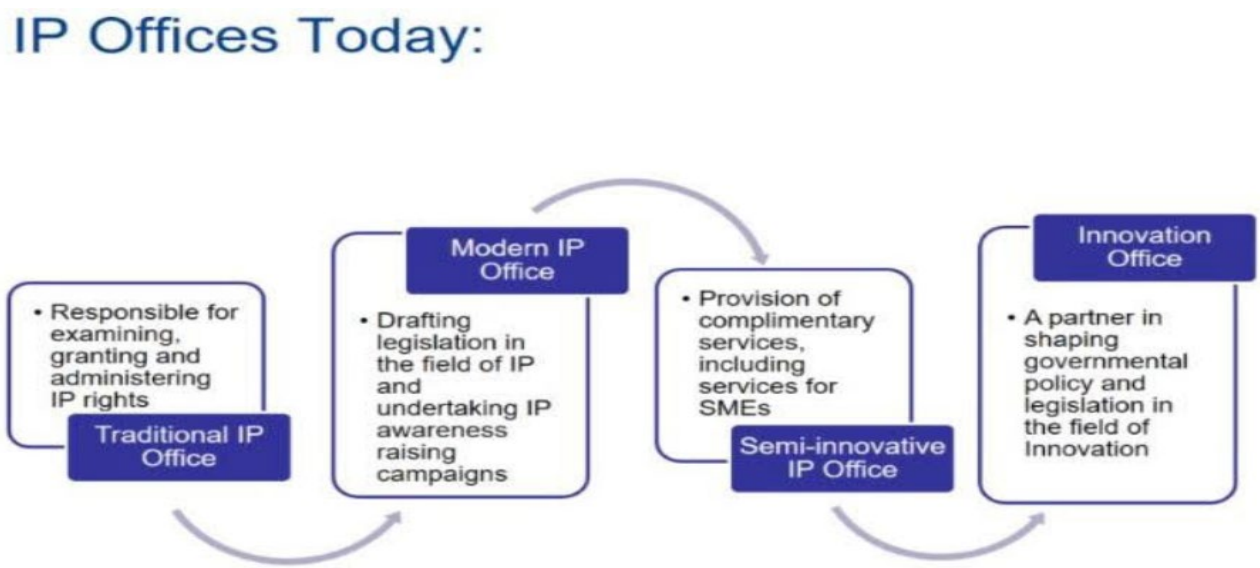
humano e investigación, conocimiento, tecnología y creaciones.[84].

V.1. Iniciativas desarrolladas por INAPI para enfrentar las brechas

Considerando el nivel de evolución del sistema de propiedad intelectual, donde se observa un uso cada vez más consistente de esta herramienta, falta aún fortalecer las fases de desarrollo que requieren los emprendimientos tecnológicos. Es por ello que en los últimos años se comenzó un nuevo proceso de modernización más diverso que el anterior, ya que se fundó en las necesidades o brechas detectadas en el país.[85].

Asimismo, la consolidación que ha tenido INAPI como entidad que no sólo encargada del registro de derecho de PI, sino como generador de capacidades a nivel nacional, incluso más allá de la PI, en digitalización, teletrabajo, género e inclusión, etc., hizo necesario que asumiera un rol cada vez más activo, de articulador del ecosistema nacional, tal y como lo han hecho las oficinas de propiedad intelectual más modernas del mundo.[86], que pasaron de entidades de registros hacia a agencias de innovación, para acelerar los procesos de desarrollo de los países.

Lo anterior, ha propiciado que el INAPI, con apoyo del Ministerio de Economía, en los últimos tres años haya implementado robustas iniciativas que buscan potenciar a los desarrollos y emprendimientos nacionales, para generar el impacto necesario en la matriz productiva.



[84] https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf

[85] Red GT, 2020. Reflexiones en torno a la Transferencia Tecnológica en Chile: Evolución Histórica En Chile, Escenario Actual, Desafíos y Propuestas

[86] The World Trademark Review destacó a 25 personas que son claves para facilitar la protección de los derechos de propiedad industrial que influyan y lideren la discusión sobre temas críticos en la materia, incluyendo la directora nacional de INAPI, Loreto Bresky, como un referente internacional https://www.inapi.cl/sala-de-prensa/detalle-noticia/directora-de-inapi-destaca-dentro-de-los-25-lideres-m%C3%A1s-influyentes-del-mundo-para-el-registro-de-marcas
https://www.worldtrademarkreview.com/enforcement-and-litigation/singapore-ranked-worlds-most-innovative-ip-office-in-exclusive-research

Iniciativas legislativas – Ley Corta de Propiedad Industrial y Protocolo de Madrid

Ley Corta de Propiedad Industrial

Con el objetivo de fomentar la innovación y el emprendimiento, mediante cambios que faciliten la tramitación de los derechos de propiedad industrial y la actualización de procesos que contribuyen a la armonización de los estándares internacionales, se impulsó la denominada "Ley Corta de Propiedad Industrial", que modificó la actual Ley N° 19.039. El 5 de Julio de 2021 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 21.255, que incorpora avances significativos a la regulación nacional, tales como patentes provisionales; nueva definición de marca, incorporando así a las marcas no tradicionales (olfativas, tridimensionales, hologramas, de posición, etc.); institución de la caducidad marcaria por falta de uso de registro marcario; falsificación marcaria y usurpación de patente, entre otros.

Sistema de Madrid para el Registro Internacional de Marcas

Con el patrocinio de los ministerios de Economía y Relaciones Exteriores, e impulsada por el Instituto Nacional de Propiedad industrial, se sometió a aprobación del Congreso el protocolo concerniente al Arreglo de Madrid relativo al registro internacional de marcas, el cual terminó su tramitación legislativa con la aprobación del proyecto el 19 de mayo del 2021. Este sistema será una gran contribución para la internacionalización del emprendimiento y la innovación del país, ya que es un mecanismo simple, económico en costo y tiempo, a la vez que efectivo, para el registro internacional de marcas comerciales, que es administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, y al cual están adheridos más de 125 países[87], que representan más del 80% del comercio mundial. Las principales ventajas del sistema es la reducción de costos en los procedimientos de renovación y en la gestión de portafolios de marcas.

Cambios organizacionales y Sistema de Mentorías

Como se ha señalado, si bien ha habido incrementos en la protección por derechos de PI, los niveles de impacto en los sectores productivos siguen siendo muy marginales. Es por ello que el INAPI consideró necesario realizar la articulación requerida a nivel nacional para entregar una mirada holística al desarrollo tecnológico y de emprendimiento, y -por consiguiente- aumentar las posibilidades de éxito en el mercado nacional e internacional.

A nivel organizacional se está desarrollando un nuevo centro de apoyo integral a las PYMES, el cual reorganiza los servicios de asesoría, capacitación y mentorías de INAPI. Los servicios estarán diferenciados para cada tipo de usuarios, y tendrán diversos niveles de sofisticación, lo cual involucra un mayor nivel de acompañamiento y la focalización de los servicios de información. Asimismo, los servicios contarán con articulación con entidades públicas y privadas para entregar a los usuarios un apoyo más orgánico.

[87] Listado de países miembros del Protocolo concerniente al Arreglo de Madrid relativo al Registro Internacional de Marcas https://www.wipo.int/export/sites/www/treaties/es/documents/pdf/madrid_marks.pdf

Adicionalmente, y con la finalidad de generar nuevas capacidades en el ecosistema a partir del año 2020, el INAPI comienza a desarrollar nuevos sistemas de formación y generación de capacidades en materia de PI a través de mentorías especializadas y focalizadas. Desde una perspectiva más estratégica, estas iniciativas se hacen cargo de las brechas existentes en el ecosistema de innovación y emprendimiento nacional. Bajo este esquema se diseñaron dos programas de mentorías: INAPI Running, para empresas de base científica tecnológica nacionales, que tiene a la fecha dos versiones. Y el más reciente INAPI+Origen, que busca apoyar a asociaciones de productores nacionales, que está en su primera fase.

Los objetivos de estos programas son articular a los diversos actores del ecosistema nacional e internacional, a la vez de coordinar programas de formación y mentoría que incluyan una mirada integral, sobre la base de tres pilares (técnico, económico/mercado y legal) y generar estándares de apoyo y aprendizajes colectivos.

A través de estos programas se desarrollan mentorías con un foco en el desarrollo de una estrategia de propiedad intelectual y de transferencia tecnológica, coherente con todos los elementos del proyecto, con una mirada nacional e internacional.

Reflexiones sobre el propósito y rol de la Investigación Orientada por Misión (IOM) en Chile

Carlos Ladrix Osés[88]

Chile y el mundo se enfrentan a profundas transformaciones sociales, económicas, ambientales y culturales. Un escenario global y nacional marcado por la crisis ambiental e hídrica, la creciente inestabilidad económica, social y geopolítica, profundizada por la pandemia del COVID-19 y los enormes avances y también riesgos de la digitalización e inteligencia artificial, levanta múltiples y complejos desafíos a los estados, la sociedad civil, las empresas y al sistema de CTCI.

La investigación orientada por misión (IOM) surge como una opción de interés público y privado, impulsada por distintos gobiernos, organismos internacionales y empresas, para aumentar la contribución del sistema de CTCI a resolver los complejos problemas que genera el actual escenario.

La IOM como concepto y acción es relativamente nueva en Chile y apela a la urgente discusión respecto del rol que le corresponde a quienes generan, transfieren y difunden nuevo conocimiento para abordar problemas u oportunidades de alta prioridad nacional.

La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación el año 2019 y la transformación de CONICYT en ANID ha sido un paso fundamental no solo para generar e implementar la política CTCI, sino también para contribuir a dar sentido y propósito al trabajo de investigadores, profesionales, técnicos y estudiantes que hacen ciencia, desarrollo tecnológico e innovación.

Pese a los avances en institucionalidad y en el fortalecimiento del sistema de CTCI, la discusión de su rol y propósito ha quedado relegado a un segundo lugar. El gasto en I+D como porcentaje del PIB ha sido el indicador que ha marcado la agenda de la discusión. Gracias al ingreso de Chile a la OCDE el año 2011, se dispone de indicadores comparables respecto al tamaño y desempeño del sistema nacional de CTCI. Los datos de la encuesta de gasto en I+D, muestran que en los últimos 10 años el gasto total en I+D no ha superado el equivalente al 0,4% del PIB, lo que contrasta con un promedio de 2,68% para los países de la OCDE el año 2020 (Ministerio de Ciencias, 2020)

La actual administración de Gobierno del Presidente Gabriel Boric, ha propuesto la meta de duplicar la inversión en I+D durante su mandato, situación que pondría a Chile como el país líder en América Latina, pero aún muy por debajo del promedio de los países de la OCDE. Se ha señalado, además, que este crecimiento debe financiarse no solo de aportes del sector público, sino también del privado, mejorando así la

[88] Subdirector de Investigación Aplicada de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

proporción de la contribución de las empresas en el total de gasto en I+D que alcanza al 35%, según los últimos datos disponibles (Ministerio de Ciencias, 2020)

El actual Programa de Gobierno propone junto al aumento en el gasto de I+D, el objetivo de orientar parte de la ciencia, la tecnología y la innovación a las urgencias país, para así poder avanzar hacia un nuevo modelo de desarrollo. Se propone crear un programa que involucre un portafolio de proyectos de I+D+i orientados, así como financiamiento basal para centros de I+D, centros tecnológicos para la innovación y universidades, que aborden desafíos de forma interdisciplinaria. La promoción de la CTCI debe generar sinergias entre los distintos actores y que permita a la sociedad en su conjunto beneficiarse de los avances del conocimiento y la innovación..[89]

Orientar parte del sistema de CTCI hacia ciertos desafíos o misiones nacionales es una tarea que le corresponde principalmente al Ministerio de CTCI y al Ministerio de Economía en materia de definición de la política de CTCI y de desarrollo económico, respectivamente, a las agencias que implementan estas políticas, ANID y CORFO, y a todos los actores que son parte del sistema a nivel nacional y regional de CTCI.

En términos comparados con los países de la OCDE, la proporción de gasto en CTCI orientada es significativamente baja para Chile (Ministerio de Ciencias, 2022). La alta proporción de gasto en I+D ejecutado por las instituciones de educación superior, la débil vinculación entre los actores del ecosistema de CTCI y la baja tasa de innovación de las empresas, son factores que contribuyen a una focalización más hacia la oferta que a la demanda del gasto de I+D. Se tiene entonces la oportunidad de discutir la conveniencia para el país de aumentar la proporción de gasto de I+D orientado hacia la solución de problemas de alta prioridad.

Legitimar las directrices y focalización de la agenda y presupuesto de I+D, requiere identificar y cuantificar los beneficios que la sociedad y los distintos actores esperan alcanzar por los proyectos de IOM, especialmente en Chile donde el financiamiento de la I+D es mayoritariamente público. Un buen punto de partida en esta línea es establecer los atributos que debe tener una misión que sea capaz de traccionar al sistema de CTCI, movilizar a la sociedad civil, al Estado y al sector privado.

Respecto del sector público, la IOM se enmarca en las políticas de CTCI y en particular en relación con las políticas de innovación. Estas últimas requieren del aporte de la investigación aplicada y la experimental, siendo ellas una fuente principal de nuevos conocimientos para generar productos y servicios, procesos nuevos o significativamente mejorados.

El reporte de la Comisión Europea (2018) sobre investigación e innovación orientada por misión, indica que las misiones se caracterizan por ser "ambiciosas, exploratorias y disruptivas por naturaleza y

[89] Programa de Gobierno Presidente Gabriel Boric, pág 69-70.

están destinadas a resolver un problema específico de gran impacto y en un tiempo bien definido". Un aspecto que distingue una misión es su direccionalidad e intencionalidad que la diferencia de las políticas e iniciativas sistémicas u orientadas a desafíos. La IOM tiene una aproximación multidisciplinaria, puede ser pública, privada o mixta y tiene objetivos de alcance social y/o tecnológico con hitos predefinidos y objetivos cuali y cuantitativos.

La definición de misión permite tener una diversidad de iniciativas en cuanto a alcance y escala. La Comisión Europea (2018) distingue dos tipos de misiones: aceleradoras y transformadoras. Las misiones aceleradoras son aquellas específicas, de objetivo tecnológico y único. Las transformadoras son más amplias, orientadas hacia problemas complejos de la sociedad y requieren la transformación de sistemas. Las iniciativas de IOM, independientemente de su alcance, se gestionan como portafolios de proyectos que abordan los distintos componentes. Por ello, las misiones tendrían una aproximación más bien híbrida, con algunos proyectos del portafolio más orientados a la tecnología (aceleradoras) y otros dirigidos a modificaciones a nivel de sistema (transformadoras).

La distinción entre desafío y misión permite precisar el alance de la IOM. El Consejo Nacional de CTCI para el Desarrollo (2022) señala que los desafíos se refieren a atender grandes problemas con perspectiva de largo plazo, que exceden con creces los períodos electorales de cualquier gobierno. Por su parte, las misiones son proyectos más acotados a las que se asigna recursos limitados, hitos y plazos máximos a cumplir. La autoridad selecciona las misiones por los beneficios que generarían para el país o por la existencia de un grado de especialización que aumente la factibilidad de alcanzarlas.

Se han identificado algunas ventajas de la IOM. A nivel de sistema, se fortalece el ecosistema de CTCI aumentando su visibilidad y aumenta el atractivo para que investigadores jóvenes decidan permanecer en el país o se mantengan dentro de las redes de colaboración aumentando la masa crítica en área de interés para el país. La IOM mejora la comunicación y el vínculo con la sociedad por una mejor comprensión de la importancia de resolver los desafíos como algo útil para los ciudadanos. Así, una misión debe estar asociada también a un relato que genere una épica que movilice y sostenga por el tiempo necesario los esfuerzos de todos los actores involucrados en su desarrollo.

La gobernanza multiactor es otra dimensión destacada de las misiones. Estas requieren de un amplio consenso y legitimidad social, pero su direccionalidad y complejidad supera el alcance de la política de CTCI, siendo necesario sumar políticas sectoriales y territoriales, y para desafíos globales con expresión nacional, la política de relaciones exteriores. Entre otros componentes a articular en torno a una misión, se destacan los marcos regulatorios, incentivos tributarios, el rol de las compras públicas y la formación de capital humano avanzado (Comisión Europea, 2018).

Según Robinson y Mazzucato (2019), las políticas de IOM han cambiado en el tiempo, abriendo un espacio para la creación de nuevos mercados e industrias. En la actualidad, las misiones tienden a ser más amplias y complejas, con procesos de identificación y diseño que mezclan acciones top-down y bottom-up y se enmarcan en sistemas de innovación más descentralizados.

En Chile, el principal incentivo para los académicos que realizan investigación se orienta hacia las publicaciones con impacto. Los investigadores en general desean tener la libertad para elegir las áreas de conocimiento y la trayectoria de sus investigaciones. Así, los investigadores generan conocimiento nuevo que permite el desarrollo de ideas innovadoras. Sin embargo, esto no garantiza que estas ideas estén sintonizadas con las necesidades que la sociedad prioriza o que los Gobiernos consideran relevantes (Pielke, 2010). Por ello, una parte de los fondos púbicos de CTCI se deciden para focalizar la actividad de I+D hacia desafíos o misiones. La mayoría de las agencias que financian investigación científica hacen un balance entre investigación orientada por curiosidad e investigación orientada hacia objetivos específicos. Esto asume que los investigadores en parte ajustan sus trayectorias de investigación hacia esos objetivos.

Identificar una misión que impulse al ecosistema de CTCI, no es una tarea fácil. La convergencia y concurrencia de problemas y voluntades a nivel global y local hace que la oportunidad para identificar y lanzar una misión que oriente el sistema CTCI ocurra en forma discreta y emergente, en especial si no se cuenta con dispositivos institucionales para diseñar misiones en forma sistemática.

En algunos países el diseño y gestión de misiones no es algo nuevo. Durante el siglo XX, las dos Guerras Mundiales y luego la Guerra Fría fueron catalizadoras de un cierto tipo de misión que requirieron del alineamiento y capacidades de la comunidad científica. De manera más reciente y gracias en parte a la creación de enormes patrimonios personales por el gigantesco tamaño global alcanzado por algunas compañías en el área TIC, se han lanzado iniciativas de misiones con fines sociales. Un ejemplo de ello son los "*grand challenges*" de la Fundación Bill y Melinda Gates (https://www.gatesfoundation.org/), creada el 2003 y orientada a desafíos globales en el área de la salud en la población más vulnerable. Destaca también la plataforma XPRIZE (https://www.xprize.org/), creada por el emprendedor Peter Diamandis en 1996 y que hoy atrae a fundaciones y grandes compañías que financian misiones en temas como educación, aeroespacial, salud y medio ambiente.

A nivel de estados, sin duda la NASA, creada en 1958 por el Gobierno de los Estados Unidos para impulsar la exploración espacial con fines civiles, es un gran hito y ejemplo en el ámbito de la gestión de misiones de base científica y tecnológica que han capturado el interés y aprobación de ciudadanos en Estados Unidos y el mundo en general. En Inglaterra, el *National Endowment for*

Science, Technology and the Arts- NESTA[90], creado en 1998, ha sido pionero en impulsar la innovación como herramienta para abordar los grandes desafíos de la sociedad. NESTA se define como una agencia de innovación, hoy orientada a tres misiones globales: Alcanzar igualdad de oportunidades en la niñez, una vida saludable y un futuro sustentable.

En la actualidad, Chile presenta condiciones muy favorables para abordar y desarrollar misiones con un fuerte componente de CTCI. Estas condiciones tienen su origen en: i) los desafíos y acuerdos globales a los cuales Chile se ha adscrito, ii) la voluntad de la actual administración de Gobierno para abordar una estrategia de orientación de la CTCI y de la política industrial hacia misiones, iii) Un ecosistema de CTCI fortalecido en los últimos 20 años que ha generado experiencias y capacidades para abordarlas.

A nivel global, el compromiso asumido el año 2015 para avanzar en el logro de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible impulsado por Naciones Unidas, entrega al país un conjunto de desafíos globales con expresión nacional y subnacional y con metas y métricas claras. Un segundo marco de acción global es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), creada en 1992, donde Chile ha tenido un importante rol llegando incluso a presidir la COP25. En el marco de la COP26, el gobierno chileno hizo entrega oficial de la hoja de ruta que establece los objetivos y metas sectoriales concretas para alcanzar la carbono neutralidad a más tardar el año 2050. Este compromiso constituye per se una misión transformadora para toda la sociedad chilena.

El actual Programa de Gobierno muestra una estrecha sintonía con la meta de descarbonización y el logro de los ODS. Se establece además el importante rol que le corresponde al ecosistema e institucionalidad en CTCI. En materia de política industrial, el vicepresidente de la CORFO, José Miguel Benavente, señaló que "la nueva política industrial se basa en esta idea de misiones. Esto tiene un despliegue territorial muy importante y hay que incorporar todas las comunidades, el territorio, los intereses de la sociedad civil y la protección de muchos elementos que tienen que ver con recursos naturales de manera que sea una situación ganadora para todos" (Benavente, 2022). Indica además que la misión de descarbonizar Chile al 2050, es una misión que ya se ha elegido de facto. La hoja de ruta para alcanzar esta meta pasa por aumentar la participación de energías renovables en la matriz energética y por el desarrollo de una nueva industria para el país: El Hidrógeno Verde.

La descarbonización es una misión transformadora, de carácter público privada, de alcance local, nacional y global que requiere movilizar y crear nuevas capacidades en capital humano, infraestructura, regulaciones, inversión, I+D, innovación y emprendimiento. Desarrollar el hidrógeno verde transformando a Chile en

[90] Disponible en https://www.nesta.org.uk

un actor que contribuye a alcanzar la misión de descarbonización a nivel global, a partir de sus ventajas comparativas, necesita de una gran inversión en IOM. Esta inversión será útil siempre y cuando existan las capacidades de CTCI para ejecutar un portafolio de proyectos de carácter trans y multidisciplinario y con mirada de largo plazo.

La evidencia muestra que las iniciativas por misión solo funcionan sobre sistemas con ciencia básica desarrollada y de trayectorias largas. Esta condición ya fue mencionada en el reporte *Science: the Endless Frontier* solicitado por el presidente Roosevelt a Vannevar Bush en 1944. En el reporte se señala que "Afortunadamente, este país tenía los científicos, y el tiempo, para hacer esta contribución y así adelantar el día de la victoria" (Bush, 1945), a propósito de la gran movilización de las capacidades científicas para acelerar desarrollos tecnológicos de frontera que impuso la Segunda Guerra Mundial a los Estados Unidos.

En Chile existen 73 centros de investigación apoyados por ANID, 30 de ellos orientados al desarrollo tecnológico e innovación (Centros Basales, Tecnológicos e Internacionales). Esta red de centros de excelencia junto a los programas de formación de capital humano y las entidades que trabajan en transferencia tecnológica, constituyen una proporción relevante de la base de las capacidades nacionales para el desarrollo del componente de CTCI de las misiones que Chile quiera desarrollar.

El mayor desafío para lograr que la IOM genere transformaciones profundas y estructurales a nivel de sistema, es la coordinación entre actores y en especial la inclusión de aquellos que no están presentes en un inicio, pero se identifican como indispensables para crear una red que entregue legitimidad al proceso de transformación y sea rica en densidad y diversidad (OECD, 2018). Una vez identificada y legitimada una misión, su implementación requiere de una organización que sea capaz de orquestar múltiples actores, un portafolio amplio y complejo de proyectos y recursos de diversas fuentes y plazos de ejecución.

El desafío de implementación de misiones multiactor colisiona con la fragmentación del Estado y las consecuentes fallas de coordinación. A nivel internacional, se pueden encontrar algunas experiencias de mecanismos e instituciones para abordar este problema. La *Advanced Research Projects Agency* (ARPA), creada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en 1958, destaca por su efectividad al momento de implementar misiones orientadas al desarrollo de tecnologías disruptivas. El modelo ARPA ha sido utilizado por otras agencias en áreas como inteligencia y energía. ARPA sería aplicable a desafíos orientados por misión, donde las tecnologías tienen un nivel de madurez relativamente bajo (inicio de la curva-S) y donde el riesgo tecnológico aún es alto, lo que desalienta la inversión privada en innovación. ARPA destaca por ser un modelo de administración flexible, de alta autonomía e incentivos para atraer a los mejores investigadores en roles directivos (Azoulay et al., 2018). En el ámbito de misiones transformadoras, la organización NESTA de Inglaterra menciona tres roles clave en apoyo

a sus misiones: modelador de sistema, constructor de emprendimientos y ser un socio para la innovación (NESTA,2021)

La experiencia en gestión y gobernanza multi actor para misiones intensivas en CTCI es escasa en el país. Sin embargo, se pueden identificar algunas iniciativas e instituciones que promueven proyectos de largo alcance e impacto sobre la base de alianzas público-privadas. Instituciones como Fundación Chile, la figura de los Comités de CORFO, los programas estratégicos de especialización inteligente, Transforma, impulsados por la misma institución y los centros basales y de excelencia, constituyen buenos ejemplos de capacidades y experiencias nacionales que pueden contribuir al diseño de los mecanismos de gestión para la implementación de misiones con base en CTCI. A nivel de instrumentos, el año 2020 se lanzó el primer concurso de Desafíos Públicos de Innovación inspirado en el trabajo de NESTA, hoy bajo responsabilidad de ANID en coordinación con Ministerio de CTCI y Laboratorio de Gobierno. Este instrumento genera un aprendizaje valioso para asumir desafíos de mayor complejidad.

En apoyo a la tarea de definición de misiones, difusión y coordinación de actores, destaca la labor del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo y la Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado. Ambas entidades han contribuido en la elaboración de prospectivas respecto de escenarios futuros y de anticipación a los grandes desafíos del país, entregando orientaciones estratégicas para fortalecer y movilizar al ecosistema de CTCI.

El desarrollo de la Astronomía en Chile: Un caso de investigación orientada por misión.

¿Estamos solos en el Universo? es una pregunta que ha gatillado una misión global intensiva en CTCI, donde Chile ha estado presente hace más de 60 años. Aprovechando las condiciones excepcionales de los cielos en el norte del país como laboratorio natural para la astronomía, Chile inició un trabajo sistemático desde mediados del siglo XX para facilitar la instalación de grandes proyectos de observación junto con impulsar el desarrollo de la astronomía a nivel local (Global Research Council, 2019). Una estrategia de colaboración y acuerdos internacionales estables y de largo plazo y alianzas público-privadas con enfoque de triple hélice coordinadas por el Estado, han permitido que en la actualidad más del 40% de la capacidad de observación astronómica terrestre se concentre en Chile y se espera que alcance el 70% a finales de la actual década. El rol de la diplomacia científica ha sido fundamental para negociar el tiempo de observación para astrónomos nacionales y lograr el desarrollo de los proyectos en beneficio del país y del conocimiento de la humanidad.

El desarrollo de la astronomía se ha logrado destinando recursos para la I+D y para la formación de capital humano, con la regulación para proteger los cielos, la gestión territorial para disponer y asegurar el espacio físico para la instalación de los observatorios y la difusión de los descubrimientos científicos a través de la educación y el astroturismo.

Chile está en un proceso de definición e instalación de sus grandes misiones transformadoras. El rol de la investigación orientada por misión será clave para alcanzar sus desafiantes metas y para que la comunidad que constituye el ecosistema de CTCI se sienta parte de ellas, siendo reconocida por la sociedad chilena por el valor del conocimiento que genera para transformar a Chile en un país más sustentable, justo y con mejores oportunidades y calidad de vida para todos y todas.

Referencias

- Azoulay, P.; Fuchs, E., Goldstein, A., Kearney, M. (2018). *Funding Breakthrough Research: Promises And Challenges Of The "Arpa Model"*. National Bureau Of Economic Research. Working Paper 24674. http://www.nber.org/papers/w24674

- Benavente, J (30 de Octubre 2022). *José Miguel Benavente: "El objetivo de la nueva política industrial no es elegir ganadores ni apoyar empresas en particular"*. La Tercera. https://www.latercera.com/pulso/noticia/jose-miguel-benavente-el-objetivo-de-la-nueva-politica-industrial-no-es-elegir-ganadores-ni-apoyar-empresas-en-particular/4252IS446FC3ZLABDRHLFOC5P4/

- Bush, V (1945). *Science-the endless frontier: a report to the President on a program for postwar scientific research*. [Washington, D.C.]. National Science Foundation

- Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación, Mazzucato, M. (2018). *Mission-oriented research & innovation in the European Union : a problem-solving approach to fuel innovation-led growth*, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2777/360325

- Comisión Europea, Directorate-General for Research and Innovation, Chicot, J., Kuittinen, H., Lykogianni, E. (2018). *Mission-oriented research and innovation : assessing the impact of a mission-oriented research and innovation approach: final report*, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2777/373448

- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (2022). *Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo – 2022*. https://estrategia.consejoctci.cl

- Dosi, G., Lamperti F., Mazzucato, M., Napoletano, M., Roventini, A. (2021). *Mission-Oriented Policies and the "Entrepreneurial State" at Work: An Agent-Based Exploration*. Institute of Economics, Scuola Superiore Sant Anna.

- Global Research Council – GRC (2019). *Discussion paper on Mission-oriented Research*. https://globalresearchcouncil.org/fileadmin//documents/Library/Discussion_Paper_Mission_Oriented_Research_for_the_2019_2020_RM.pdf

- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2020). *Encuesta sobre gasto y personal de I+D año referencia 2020. Resultados Preliminares*. https://api.observa.minciencia.gob.cl/api/datosabiertos/download/?handle=123456789/301174&filename=2020-I-mas-D-presentacion-de-resultados.pdf

- NESTA (2021). *NESTA´s Strategy to 2030*. [Archivo PDF] https://www.nesta.org.uk/report/nesta-strategy-2030/

- OECD (2018), *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*, OECD Publishing, Paris/FEYCT, Madrid, https://doi.org/10.1787/9789264310681-es.

- OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, https://doi.org/10.1787/9789264304604-en.

- Pielke, R. (2010). *In Retrospect: Science — The Endless Frontier*. NATURE, Vol 466, Pag. 922.

- Robinson, D., Mazzucato, M. *The Evolution of Mission-oriented Policies: Exploring Changing Market Creating Policies in the US and European Space Sector*. Research Policy 48.4 (2019): 936-48. Web.

SEPARATA IX

COMUNICACIÓN Y CIENCIA: UNA CONTRIBUCIÓN A LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO Y DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

Nota introductoria.

Emb. Pedro Oyarce[1].

El objetivo de esta separata es contribuir, con algunas reflexiones y experiencias, a comprender mejor la necesidad de comunicar la ciencia, de manera eficiente y responsable. Al diseñar e implementar políticas públicas, atendiendo la investigación, el desarrollo y la innovación, se aspira a vincular a la sociedad con el conocimiento científico. La idea es avanzar hacia una apropiación social de la CTCI, en un escenario que presenta retos complejos y globales. Ello requiere entender el alcance socioeconómico y cultural de estos procesos transformadores y el papel que allí tiene la actividad científica[2], cuando estamos frente a nuevas formas y prácticas, de producción y circulación de la ciencia y del conocimiento.

La evolución de este tema muestra una tendencia a promover el libre acceso a la información. En algunos países, el hecho de que la investigación esté financiada por fondos públicos sustenta, de manera importante, ese proceso de ciencia abierta. Por otra parte, la evidencia indica que es necesario abrir espacios al conocimiento y a la investigación del sur global.

Comunicar la ciencia es más necesario que nunca en la formación temprana de la sociedad que debe asumir lo global y lo local. En este sentido, parece relevante también incorporar los contextos e identidades vinculados a las diferentes formas de conocimiento y de saberes. Es importante superar la idea -o los mitos- en torno a que la ciencia sólo está hecha para una elite y se desarrolla en los laboratorios. Tradicionalmente, se ha sostenido que la ciencia fue concebida de manera unilateral: los científicos eran los detentadores del conocimiento (Gibbons, s/f). La ciencia está en la explicación de todo lo que nos rodea: las personas la crean, en la aspiración de asociarla con efectos positivos. El tema de fondo es contribuir a aportar al bienestar y al desarrollo integral.

La comunicación en ciencia es un término que contempla todos aquellos ámbitos que tratan de conectar la ciencia con la sociedad. Ello, ciertamente incluye las matemáticas, las ciencias exactas, naturales y sociales, además del conocimiento generado en las humanidades y las artes.

En esta sección, se identifican elementos para observar cómo encauzar el diálogo con la sociedad y estimular el compromiso de la ciudadanía con los alcances de la innovación y de la investigación. Esto ciertamente

[1] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

[2] Sobre este tema, véase Manuel Gertrudix Barrios & Mario Rajas "Comunicar la ciencia: para una comunicación eficiente y responsable de la investigación y la innovación científica". Igualmente, Maria Moreno, Manuel Tona-Tiuh, Diana Sagastegui Rodriguez, Raul Acosta, María Escalón & Daniel Gibran "Comunicar ciencia en México: discursos y espacios sociales (de la academia al espacio público)".

plantea temas de interés como la construcción de evidencias, la neutralidad de la ciencia y la dimensión ética: valores constitutivos y contextuales. Por cierto, los recursos son un tema central.

La UNESCO, en el Informe "Ciencia: la carrera contra el reloj para un desarrollo más inteligente" releva la comunicación en ciencia y el alcance que ello plantea. Nos preocupa cuál es la contribución de la diplomacia en este diálogo y cómo este tema domina crecientemente las relaciones internacionales y el poder. Pensar en un observatorio de comunicación científica es una forma de conocer las múltiples iniciativas, programas y espacios en los cuales la ciencia se acerca a la ciudadanía: allí, el uso de las aplicaciones móviles es, sin duda, una estrategia de comunicación.

Nélida Pohl y Nicolas Luco, en el artículo "*Encontrarnos desde el conocimiento: comunicación para la diplomacia en ciencia*", entregan las perspectivas tanto de una comunicadora de la ciencia como de un periodista científico. Reconocen y reflexionan, sustentadamente, en torno a la amplitud de lo científico y cómo ello se proyecta y difunde.

Lo interesante para esta publicación es plantear la necesidad de generar confianza y colaboración entre quienes investigan y los actores sociales. Esto también se expresa en las relaciones internacionales, siempre pensando que los científicos son parte de una paradiplomacia. ¿Cómo se sitúa la diplomacia frente a la amplitud de la ciencia? En este contexto, sugieren estimular espacios de encuentro entre ciencia y diplomacia que permitan conocer los enfoques comunicacionales de otras naciones, o la forma en que diferentes sociedades conciben el concepto de cultura científica.

Pero también es aconsejable reflexionar en torno a lo que podemos compartir. Se menciona el programa "Explora"[3] del Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación, el cual es calificado como un modelo exportable. También, conviene recordar que, progresivamente, los concursos para la adjudicación de fondos nacionales para I+D+i (FONDECYT) han asignado mayor relevancia a la comunicación en ciencia. Esto es a nivel de postdoctorado.

Al mismo tiempo, existe una forma interesante en que se está abordando la mutua relación entre la ciencia y la sociedad: los laboratorios naturales. Son una singularidad de nuestro país, donde podemos compartir experiencias que unen lo global con lo local: lo *glocal*. El interés de la humanidad en temas como la astronomía, el cambio climático, las energías renovables y las experiencias de las comunidades arraigadas en el territorio expresan esta

[3] Este es un programa de fomento del conocimiento y de la valoración de la ciencia, la tecnología y la innovación, con el propósito de fortalecer el pensamiento crítico, creativo y reflexivo en las personas y aportar, de este modo, al desarrollo de nuestro país. Fue creado en 1995 por la antigua Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y dirige sus acciones hacia escolares, científicos, investigadores, divulgadores y al público en general. Disponible en: www.explora.cl

necesaria interacción entre ciencia y sociedad.

La Academia Diplomática ha trabajado estos temas, prolíficamente, en torno a variadas publicaciones que es necesario socializar. El artículo concluye con elementos para un plan de acción en que ciertamente evoca temas que exigen definiciones internas y otros asuntos que convocan a entendimientos globales. En este espacio, es necesario intercambiar experiencias y fortalecer la acción diplomática en un sentido amplio con la participación de múltiples actores. Entrega además un mensaje del desafío que plantea la diversificación de la estructura productiva y la necesidad de transitar de una economía extractiva a otra sustentable y basada en el conocimiento.

El artículo deja en claro que la vinculación entre diplomacia y comunicación es un tema abierto a la multiplicidad de disciplinas científicas, no solo a las exactas, lo cual es necesario enfatizar. En este orden, todas comparten la necesidad de relaciones públicas y, ciertamente, la mirada diplomática puede contribuir a generar colaboración internacional y redes de financiamiento para la I+D+i. Ello crea valor en una sociedad, sustentando la estabilidad y la paz.

El astrónomo José Maza, Premio Nacional de Ciencias Exactas de 1999, reflexiona en torno a Chile en el siglo de la ciencia. Hace ver que la conexión del país con los grandes centros culturales y científicos del mundo es necesaria. Debemos ser parte del desarrollo intelectual del planeta y ello presenta desafíos crecientes para avanzar hacia una sociedad y economía del conocimiento, que moldea el siglo 21. Esto exige generar más y mayores capacidades en el ámbito científico y de la innovación tecnológica, vinculándolas con las capacidades productivas del país. De alguna manera, ello hace referencia a la "investigación por misión".

El autor hace ver que es el momento de agregar valor a nuestros productos y pensar en el capital humano avanzado. Los indicadores de la OCDE[4], ciertamente, apelan a invertir en I+D+i y multiplicar por un factor de 10 al número de investigadoras e investigadores. Si se aumentara en un 20% la asignación de I+D+i para ciencia y tecnología por 12 años seguidos, la inversión se multiplicaría por 8,91. Ello nos haría llegar a una inversión en ciencia del 3,12% del PIB, acercándonos a los países que apuestan por un desarrollo basado en el conocimiento.

Claramente, sugiere, con un sentido de urgencia, la formación, la investigación y la aceleración del emprendimiento de base científico-tecnológico (EBCT). Un país más educado, con grandes universidades, con profesionales de altos estándares, con centros importantes de excelencia en investigación, permitiría avanzar a un desarrollo sustentable de comunidades y

[4] Chile invierte 0,35% del Producto Interno Bruto (PIB) que lo sitúa en el penúltimo lugar de inversión en I+D de la OCDE. Entre los países de esa organización, se destina, en promedio, 2,4%. Las naciones que se están desarrollando con más vigor invierten casi un 5% del PIB (Israel 4,95%, Corea del Sur 4,81%). Los países desarrollados invierten por sobre el 3% (Suiza 3,37%; Japón 3,26%; Suecia 3,34%; Austria 3,17%; Alemania 3,09%; Dinamarca 3,06%).

ciudades (*smart cities*), generando bienestar y desarrollo humano, lo que debemos cuidar y preservar, como lo han hecho países que son referentes globales. La Política Exterior puede estimular los espacios de intercambio de experiencias y de cooperación activa. Esto implica utilizar nuevas formas de diplomacia, en un sistema internacional que avanza hacia la multisectorialidad y a la intervención de una diversidad de actores que, ciertamente, inciden en el posicionamiento de Chile. Es evidente que han surgido tendencias expresivas de una forma más estricta de entender la soberanía.

El profesor Maza destaca el valor de las asociatividades comerciales e invita a reflexionar sobre los acuerdos de colaboración técnica, científica y cultural. En esta transición hacia la sociedad del siglo 21, la acción diplomática y la comprensión de lo internacional es fundamental porque condiciona lo nacional. Allí, la relación ciencia - sociedad debe comprenderse y también asumir el alcance de la sociedad del conocimiento: la apropiación social de la ciencia, a lo cual este Premio Nacional efectúa una contribución para estimular una inquietud temprana por el conocimiento y, en especial, por la astronomía. Ello debe expresarse a nivel de políticas públicas y de decisiones políticas. Se trata de un mensaje profundo sobre el modelo de sociedad en el cual vivimos y hacia dónde nos dirigimos.

El Vicerrector de Investigación (VRI) de la UC, Pedro Bouchon, reflexiona en torno a la labor de la investigación, creación e innovación de las universidades y la transferencia de conocimiento a la sociedad. Es interesante cómo se disemina y evalúa el impacto del trabajo científico. En este orden, recuerda medidas alternativas complementarias a las tradicionales como Altmetrics, que corresponden a metodologías para medir el impacto de las publicaciones, dentro de nuevos contextos digitales, sociales y de información que, en definitiva, están vinculados con los efectos en la sociedad y en las políticas públicas.

Estas nuevas mediciones acogen también los resultados provenientes de las ciencias sociales, las artes y las humanidades, incluyendo la creación y las prácticas artísticas como una forma de generar conocimiento. Se plantea también el concepto de "responsabilidad social universitaria" y actividades como la extensión y la vinculación con la industria. Esto último puede incentivar la creación de startups y de iniciativas para agregar valor tanto en los procesos de las empresas como en su relacionamiento con la comunidad.

Igualmente, el autor destaca el efecto de la transferencia de conocimiento producido al interior de las universidades como una práctica sistemática. Cita a la Dirección de Transferencia y de Desarrollo de la Vicerrectoría de Investigación y el Centro de Innovación "Anacleto Angelini" de la UC. Allí, se abren espacios que permiten tanto a capacidades como a innovaciones salir del ámbito estrictamente académico, para ser utilizado por diversos sectores públicos y privados. Hace ver que uno de los mayores desafíos sigue siendo el involucramiento más intensivo del sector empresarial en la transferencia del conocimiento.

Otro de los retos esenciales es transmitir a la sociedad el valor del conocimiento como plataforma de prosperidad, desarrollo y autonomía. El vicerrector también valora, dentro de los esfuerzos por difundir la ciencia y el conocimiento, algunos temas que serían una suerte de "puntos de inflexión" como el informe "El entendimiento público de la ciencia" del *Council of the Royal Society* (1985) y los desarrollos que permitieron llegar a la primera Conferencia mundial de periodistas científicos (1976), mencionando, en este ámbito a la Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC). El autor destaca el trabajo en el periodismo científico de Hernán Olguín, en un esfuerzo de comunicar la ciencia de manera transversal, lo cual se expresa en el Plan de Desarrollo 2020-2025, en cuyo contexto se establece la Unidad de Divulgación de la Ciencia, dependiente de la VRI.

El mensaje central es la contribución de las universidades para que el conocimiento generado en las aulas llegue a la sociedad. Esto constituye un imperativo ético asociado a un compromiso público con el país. Ello plantea el diseño de iniciativas que instruyen, acompañan y perfeccionan las habilidades para comunicar y acercar saberes a las personas y ponerlos en valor en la sociedad.

En estos procesos transformadores y culturales, también la diplomacia puede contribuir puesto que la ciencia, el conocimiento, la tecnología y la innovación son todos temas constitutivos de una política exterior con perspectiva de futuro. Ello implica no solo la formación de las nuevas generaciones de diplomáticas y de diplomáticos sino, especialmente, entender cómo lo científico está moldeando, de manera creciente, la sociedad del futuro. La ciencia, igualmente, profundiza una dimensión de poder y de una internacionalización necesaria de asumir. Posicionar a Chile en estos escenarios es una responsabilidad de Estado que debe unir a actores tanto públicos como privados y donde la diplomacia científica puede coadyuvar, estimulando nuevas formas de diplomacia que acerquen la ciencia a la sociedad.

Esta separata concluye con un artículo de quienes, desde la Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC), trabajan día a día para transmitir el conocimiento científico a la sociedad.

Bernardita Skinner y Elías Barticevic afirman que la ciencia es medular en el desarrollo de los estados modernos. Recuerdan que la experiencia de la pandemia del COVID-19 contribuyó, de manera excepcional en la historia, a evidenciar cómo la ciencia, entendida como un bien público, se vincula a la estructura social y a la gobernanza. Sugieren desarrollar una estrategia nacional de comunicación pública de la ciencia en Chile.

Analizan el concepto de apropiación social de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación (ASCTI), distinguiéndola de la divulgación pura y simple, al cambiar el enfoque y considerar a la ciudadanía como un interlocutor reflexivo con un "entorno y contexto propio".

Hay, claramente, un proceso de resignificación y de participación que conduce a un empoderamiento de la sociedad civil en materia de conocimiento. En este contexto, plantean el derecho a la apropiación del conocimiento, a través de la comunicación pública de la ciencia y de la tecnología. Ello se expresa en una contribución al proceso de toma de decisiones. Es interesante advertir cómo el artículo se refiere al rol de Estado para garantizar este vínculo entre ciudadanía y conocimiento.

Recuerdan también en el proceso constituyente, la iniciativa popular de norma constitucional, liderada por uno de los autores - Elías Barticevic - denominada "derecho a la apropiación publica del conocimiento, la ciencia y la tecnología". Ello revela, más allá de la contingencia constitucional, que este es un tema en el cual la ciudadanía debe asumir derechos y responsabilidades en el uso del conocimiento como bien común.

El articulo tiene un mensaje sobre la labor de ACHIPEC, tanto a nivel nacional como internacional, para la promoción de acciones efectivas en orden a comunicar la ciencia y donde la mencionada estrategia nacional es una pieza central.

Por último, se destaca la sección "la importancia de lo global". Allí, se advierte sobre el valor de promover soluciones a problemas sociales en diversos temas (salud, medioambiente, movilidad de personas), donde la "ciencia en la diplomacia" es cada vez más necesaria, facilitando la implementación de objetivos de política exterior, sobre la base de la asesoría científica.

La construcción de diversas formas de asociatividades es fundamental para enfrentar la humanidad del siglo XXI, donde lo científico debe tener, crecientemente, un sentido estratégico. ACHIPEC ha capturado la esencia de una visión que incorpora, con un sentido prospectivo, las realidades que inciden en el orden internacional.

Agradecemos a quienes contribuyeron a este articulo y, en especial, a Andrea Obaid, presidenta de ACHIPEC, por estimular una reflexión que responde a la sociedad del futuro para lo cual debemos prepararnos. ACHIPEC es un actor histórico de estos procesos profundos de transformación social y cultural que genera la ciencia. La diplomacia científica debe integrar esta dinámica entre ciencia y sociedad.

Encontrarnos desde el conocimiento: comunicación para la diplomacia en ciencia.

Nélida Pohl, Ph.D[5] *& Nicolás Luco Rojas*[6]

Ciencia y su amplitud: de la difusión a la comunicación.

El año 2009 la *Royal Society* del Reino Unido y la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS) convocaron a un seminario sobre "*Science Diplomacy*", Diplomacia y ciencia, que formuló una taxonomía que ha tomado relevancia.

La relación entre ciencia y diplomacia puede ocurrir desde diferentes aristas. Por un lado, se puede hablar de **diplomacia PARA la ciencia**, es decir, aquellas acciones emprendidas por la diplomacia para que la ciencia se desarrolle en un país: es lo que seguramente entienden las y los científicos por diplomacia científica. Algunas de las acciones que puede emprender la diplomacia para fomentar el avance de la ciencia pueden darse en el ámbito de las relaciones culturales, entre instituciones educativas, acuerdos políticos de intercambio, búsqueda de financiamiento, lobby, en los acuerdos para elegir autoridades en organismos nacionales, y más.

También puede ocurrir la **ciencia PARA la diplomacia**, es decir, el apoyo que le puede brindar la ciencia a la diplomacia para resolver o mitigar tensiones políticas (¿asuntos fronterizos? ¿clima? ¿defensa? ¿migraciones? ¿política espacial? ¿marítima?).

Por último, podemos hablar de **ciencia EN la diplomacia**, que se refiere a la ciencia al servicio de la resolución de desafíos globales, que no se pueden abordar desde un solo país. Por ejemplo, todas las metas y acuerdos internacionales para combatir problemas ambientales globales como la emergencia climática, las metas de desarrollo sustentable, los tratados sobre especies en peligro, entre otros muchos.[7]

Creemos que todas ellas son aristas importantes que desarrollar, para crear entendimiento mutuo entre quienes investigan y quienes nutren las relaciones internacionales, algo fundamental para crear confianzas entre ámbitos profesionales diferentes. Sobre la base de ese entendimiento y confianza, podremos crear relaciones virtuosas, que respondan a las necesidades de la ciencia, de la diplomacia y de aquellas que ambas comparten.

---

[5] Comunicadora de la Ciencia e integrante de la Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC). Ella es Directora de Comunicaciones del Instituto de Ecología y Biodiversidad y fue apoyada por el Proyecto ANID ACE210006.

[6] Periodista Científico e integrante de la Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC)

[7] https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2010/new-frontiers-science-diplomacy/

En marzo de 2012 aparece, patrocinada por la AAAS, la revista especializada electrónica "*Science & Diplomacy*"[8]. El tema general que resuena en sus páginas se refiere a la colaboración. El 14 de octubre de 2020, el profesor Pierre-Bruno Ruffini, de la Facultad de estudios internacionales de la Universidad de Le Havre, en Francia, publica en "*Nature Humanities and Social Sciences Communications*" una visión crítica de la conceptualización de la Ciencia y Diplomacia. Investiga a todas las autoras y autores de los artículos de la revista "*Science & Diplomacy*" y concluye que la gran mayoría están más relacionados con la ciencia que con la diplomacia. Ello explicaría, escribe, un sesgo de la conceptualización de la relación Ciencia y Diplomacia que la inclinaría hacia la colaboración. Pero, si hubiera más autores diplomáticos y diplomáticas, se admitiría también la competencia entre países como parte de la acción Diplomacia y Ciencia.[9]

Porque los intereses nacionales motivan la diplomacia. En 2016, Sir Peter Gluckman, consejero ministerial en Nueva Zelanda y presidente del *International Network for Government Science Advice*, en la misma revista *Science & Diplomacy*, reivindica el pragmatismo en contraposición a la mirada puramente colaborativa[10]. Incluye en el ámbito de la Diplomacia y la Ciencia:

- las acciones que apoyan los intereses nacionales,
- las acciones que atienden intereses en fronteras compartidas,
- las acciones de interés global fuera de la jurisdicción nacional.

Por lo tanto, el ámbito de la diplomacia y la ciencia, cae bajo los objetivos de los ministerios de relaciones exteriores. El ministerio provoca acciones que surgen desde la cima hacia abajo. Ruffini pide hablar de "poder". En uno de sus capítulos titula "La diplomacia científica no siempre es una herramienta de progreso y paz". Y en otro: "Subestimamos la base lógica de la competencia entre países en ciencia y diplomacia".

El llamado al realismo de Ruffini genera un cierto desencanto. Muchas y muchos diplomáticos se enorgullecen si su gestión ha logrado superar competencias en aras de la colaboración. Muchos y muchas comunicadoras quieren ser constructoras de puentes antes que de misiles verbales.

Esta tensión entre la colaboración y la competencia, presente en tantos ámbitos de los seres vivientes, resulta ineludible también en el ámbito de la Ciencia & Diplomacia. Pero una cierta brisa inclina la balanza hacia la colaboración: los encuentros enaltecen más que las opresiones o las victorias. Aunque a veces, las victorias sean vistas como necesarias.

Resultó muy impresionante, al cierre de la COP26 el 14 de noviembre de 2021, cuando su presidente, Alok Sharma, pidió entre lágrimas excusas por las decisiones que él había tenido que apurar, a costa de

[8] https://www.sciencediplomacy.org

[9] https://www.nature.com/articles/s41599-020-00609-5

[10]https://www.sciencediplomacy.org/sites/default/files/science_advice_to_governments_0.pdf

compromisos anteriores, de tal modo de alcanzar un documento que obtuviere el consenso[11]. Se refería a las concesiones hechas a India para suavizar la proscripción del uso de carbón. El pragmatismo y la competencia opacaron la necesaria colaboración en este aspecto.

Pero igual, persiste como guía la taxonomía expuesta al comienzo, elaborada en la cita de 2009 convocada por la *Royal Society* y la AAAS: diplomacia para la ciencia, ciencia para la diplomacia, ciencia en la diplomacia.

Creemos que todas ellas son aristas importantes de desarrollar, para crear entendimiento mutuo entre quienes investigan y quienes nutren las relaciones internacionales, fundamental para crear confianzas entre ámbitos profesionales diferentes. Sobre la base de ese entendimiento y confianza, podremos crear relaciones virtuosas, que respondan a las necesidades de la ciencia, de la diplomacia, y aquellas ambiciones que ambas comparten. Resulta crucial describir el funcionamiento de la ciencia.

Así funciona la ciencia

La ciencia culmina no con las conclusiones de un estudio, sino con su publicación, en revistas especializadas, en formato de artículo que pasa por un proceso exhaustivo de revisión por pares. Es decir, el conocimiento científico va estableciéndose a medida que es COMUNICADO a la comunidad especializada.

El mercado editorial de la ciencia no está exento de críticas y, para muchas personas, se encuentra en crisis. Las revistas científicas cobran altas sumas de dinero por publicar un artículo, montos cubiertos generalmente por los fondos de investigación de las y los autores, o sus universidades, lo que segrega a aquellos investigadores e investigadoras sin proyectos en curso, o provenientes de instituciones académicas de menores recursos. Por otra parte, para acceder a un artículo publicado generalmente es necesario pagar por este, sea individualmente, o logrando que la institución académica pague una suscripción anual para acceder a un grupo de revistas especializadas.

Hoy en día, un fuerte movimiento promueve el libre acceso a la información científica, sustentado por múltiples argumentos, entre ellos, que una buena parte de la investigación es financiada por fondos públicos[12]. En los últimos años han surgido cada vez más revistas científicas *Open Access*, es decir, se pueden consultar gratis. Pero este modelo de negocio se sustenta en cobros mucho más altos para quienes quieren publicar en ellas.

"Esto ha dado origen también a las que han sido llamadas *Revistas Depredadoras*, publicaciones surgidas sin real respaldo académico, con procesos de revisión por pares extremadamente deficientes, con el afán de lucro como motor y que, lamentablemente, se aprovechan de las mayores dificultades que encuentran

[11] https://www.youtube.com/watch?v=chbH9JKfXgw

[12] Ver recomendación aprobada el 23 de noviembre, 2021 por UNESCO al respecto en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378841_spa

científicas y científicos de países de menores recursos y no angloparlantes.[13]

Es necesario recalcar que el proceso de revisión por pares, uno de los pilares de la ciencia contemporánea, es realizado de manera completamente gratuita, es decir, las personas especialistas contactadas para revisar un artículo enviado (dos a tres revisoras por artículo) realizan este minucioso proceso sin ninguna compensación económica. En la práctica científica esto es aceptado como una de las responsabilidades de cada investigadora, un servicio que se presta y se recibe, pues cada revisora o revisor sabe que cuando envíe su propio trabajo a una revista, este será también revisado.

Esto es también enfatizado por quienes critican el actual sistema editorial académico, pues las revistas, tanto legítimas como depredadoras, no sólo cobran por publicar (y por el acceso a los artículos, si no es una revista *Open Access*), sino que, además, no pagan por esa parte integral del proceso editorial, como es la revisión por pares.

Estas críticas se entrecruzan con cuestionamientos más amplios a la práctica científica actual, pues la gran mayoría de las revistas de mayor reputación publican solamente artículos en inglés[14] y están basadas en conglomerados editoriales de Europa y Estados Unidos, lo que muchas/os consideran discrimina e invisibiliza a científicas/os e investigaciones de países del Sur Global. Así, además, se alinea la totalidad de los incentivos para el desarrollo de la ciencia con intereses, académicos y productivos, de regiones del mundo cuyas necesidades son diferentes a las nuestras.[15]

¿Por qué es necesario mostrar este escenario? Porque creemos que establecer fuertes colaboraciones regionales es importante para fortalecer el desarrollo científico chileno y latinoamericano, y que fomentar tales colaboraciones puede ser una avenida fructífera para la interacción entre ciencia y diplomacia. Acuerdos de intercambio entre países, apoyos para fortalecer revistas científicas regionales en castellano y portugués, intercambios de experiencias y buenas prácticas, creación de programas de capacitación conjuntos entre universidades de la región, son algunas avenidas de trabajo conjunto que consideramos auspiciosas.

Amplitud en la comunicación de la ciencia

Como hemos visto, es crucial la comunicación, abierta y fluida, de los resultados de investigación, dentro de la comunidad académica. Ello constituye los "hombros de gigantes" sobre los cuales se va construyendo el edificio del conocimiento. Por otro lado, en las últimas décadas ha quedado cada vez más claro que esa comunicación no debe quedarse sólo en las revistas especializadas y

[13]Predatory journals: no definition, no defence https://www.nature.com/articles/d41586-019-03759-y?fbclid=IwAR30GTZSaMn_D7bPyeQtk5hHdDXlcD4-hq8Mcl37TXX0PpjB1Tw4sYpSxjA

[14]https://theconversation.com/the-english-language-dominates-global-conservation-science-which-leaves-1-in-3-research-papers-virtually-ignored-168951

[15] Academic research in the 21st Century https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ees.2016.0223

congresos científicos, sino que debe llegar a una diversidad de agentes sociales (comunidades, audiencias, interlocutores clave, públicos) no especializados en ciencia.

En este contexto, la comunicación de la ciencia es un término amplio que contempla todos aquellos ámbitos que tratan de conectar la ciencia con la sociedad, sea el periodismo científico, la interacción entre ciencia y arte, y la divulgación y difusión en una diversidad de formatos. Artículos en prensa sobre investigaciones chilenas recién publicadas, talleres artísticos en línea para que niños y niñas aprendan sobre biodiversidad marina, funciones de comedia científica, canales de TikTok sobre astronomía, libros sobre las historias de vida de científicas, *policy briefs* para legisladoras/es sobre temas de interés para la generación de políticas públicas basadas en evidencia, *podcasts* y series de televisión, todos estos son ejemplos de la infinita diversidad de la comunicación de la ciencia.

Es necesario hacer un alcance. En honor a la simplicidad usaremos el término "comunicación de la ciencia", aunque asumimos que los ámbitos que comunicamos incorporan no solo a la matemática, las ciencias exactas, naturales y sociales, sino que también incluyen el conocimiento generado por la investigación en humanidades y artes, además de la comunicación de la tecnología y la innovación de base científica. Esta inclusión nos parece no sólo justa epistemológicamente, socializando todo tipo de conocimiento generado en nuestro país sino que, además, se corresponde con los lineamientos del recientemente creado Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Los liderazgos de Chile en comunicación de la ciencia: Explora, Centros milenio, ANID-MINCYT, museos especializados.

En términos de comunicación de la ciencia, Chile es un estudiante aventajado en nuestra región. El año 1975 se crea la ACHIPEC, la Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia, reuniendo inicialmente a periodistas vinculados a medios de comunicación y a la academia, entre ellos el destacado e inolvidable Hernán Olguín, cuyo programa televisivo *Mundo* motivó a muchas niñas y niños a estudiar ciencias, a quien perdimos tempranamente. Actualmente la ACHIPEC acoge a cerca de 150 profesionales de diversa formación, periodistas, diseñadores/as, sociólogas/os, investigadores e investigadoras dedicadas a la comunicación de la ciencia, y corresponde al gremio de comunicadores de la ciencia de más larga existencia continua de Latinoamérica[16].

En términos de fomento desde el Estado, la entonces Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) crea en 1995 el Programa Explora, cuya misión es "fomentar el conocimiento y la valoración de la ciencia, la tecnología y la innovación, con el propósito de fortalecer el pensamiento crítico, creativo y reflexivo en las personas y aportar, de este

[16] www.achipec.org

modo, al desarrollo de nuestro país"[17]. El motor de la idea fue la Dra. Haydeé Domic, especialista en medicina nuclear.

Explora es un programa único en la región, que sorprende a comunicadoras/es de la ciencia latinoamericanos cuando es presentado en instancias internacionales, tales como los congresos bianuales de la RedPOP. Explora despliega su campo de acción a lo largo de todo Chile, a través de Proyectos Asociativos Regionales (PAR) que ejecutan las acciones del Programa en todas las regiones del país y, si bien se enfoca principalmente en comunidades escolares, también apunta a la ciudadanía y a investigadoras/es y comunicadores/as de la ciencia como audiencias objetivo.

La creación en 2019 del primer Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación significó diversas reestructuraciones, entre ellas el reemplazo de CONICYT por la ANID (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo), y la creación de la División Ciencia y Sociedad del Ministerio, bajo cuyo alero descansan hoy el Programa Explora y el nuevo Programa Ciencia Pública. Los 26 años del Programa Explora representan una experiencia invaluable, de cuyos aprendizajes ciertamente pueden beneficiarse otros países, no solo de la región, sino del mundo.

Por otro lado, con el nuevo siglo surgió la Iniciativa Científica Milenio (ICM) cuyo objetivo es potenciar la investigación chilena y su impacto. ICM vino a revolucionar el escenario científico chileno, el que hasta entonces era financiado principalmente vía el fondo concursable FONDECYT, que subvenciona estudios de dos a tres años, conducidos por dos investigadoras/es. Los Centros ICM, Núcleos e Institutos, se crean buscando fomentar la investigación asociativa, financiando por 10 años a grupos de investigadores/as de más de una institución académica.

En lo que nos concierne para este capítulo, lo realmente innovador de ICM, es la inclusión de la comunicación de la ciencia (Proyección al Medio Externo, PME) dentro de sus pilares fundamentales, junto a la investigación de frontera, la formación de nuevas/os científicas/os y el fortalecimiento de redes internacionales. Así es como ICM desde sus inicios incluye en los fondos asignados, financiamiento dedicado a la comunicación de la ciencia, y a la contratación de personal especializado para ejecutar acciones de proyección a la sociedad.

Esta visionaria medida ha permeado otros programas de financiamiento (FONDAP, Centros Basales), transformando algo inusitado ("¡¿para qué van a contratar a un periodista?!") en algo frecuente. Si bien unidades académicas como departamentos, Facultades y Universidades han dado pasos en esa dirección (vale la pena mencionar los Centros de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Andrés Bello, la Universidad Autónoma de Chile), en el mundo universitario aún queda mucho por avanzar

[17] https://www.explora.cl/quienes-somos/

en el reconocimiento de la necesidad de llevar la investigación mucho más allá del laboratorio y el aula.

Los museos especializados interconectan ciencia y sociedad.[18] Muchos, como el Museo Nacional de Historia Natural en Santiago, o el de Historia Natural de Valparaíso, interactúan con el sistema educacional acogiendo cursos en sus espacios, además, investigan y cuidan del patrimonio natural organizado en sus bodegas y archivos. Lamentablemente, carecen de presupuesto y personal suficientes. Ciertas vinculaciones internacionales, como el Museo Interactivo Mirador (MIM) con el "*Exploratorium*" de San Francisco, han remecido la museología en algunas instituciones del país. Resulta notable la creatividad de algunos que inventan ellos los propios experimentos en exhibición, como el CICAT de la U. de Concepción y el MIM, habiendo vendedores internacionales de experimentos como el mencionado *Exploratorium*.

Por falta de recursos, en pocos museos se evalúan los procesos y se cambian los procedimientos como resultado. Es más fácil contar los asistentes que medir los impactos. En este sentido, el Museo de Arte Precolombino y el Centro Cultural Gabriela Mistral lideran la atención hacia sus públicos. También el Museo Histórico de Placilla. Ciertas y ciertos museólogos ingleses predican que un museo no vale por lo que guarda sino por lo que el público aprecia en ellos. En Chile, anualmente sólo un 20% de la población visita un museo.

Por otra parte, el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio ha desatado los centros CECREA (Centros de Creación)[19] que incluyen un proceso de escucha activa de sus públicos en sus notables acciones de arte, educación, sustentabilidad, ciencia y tecnología. La acción diplomática podría hacer de puente entre nuestros museos, algunos también vinculados a la red de 515 bibliotecas públicas, y entre la formación de museólogas, y los museos en el exterior. Éstos no necesariamente deban ser los grandes, como el Museo de ciencias de Múnich, también interesan pequeños museos de ciencia y tecnología dependientes de municipios que demuestran cómo interactuar con lo local.

Investigaciones en Chile sobre percepción social de la ciencia

Además de todas estas instancias de fomento institucional, por décadas investigadoras e investigadores han realizado importantes aportes a la comunicación de la ciencia, escribiendo libros, acercándose a comunidades educativas y siendo fuentes disponibles para los medios de comunicación.

En ausencia de incentivos en la carrera académica, las y los científicos que comunican su ciencia lo hacen por contribuir al pensamiento crítico y a la toma de decisiones, y por el gusto de transmitir el asombro que infunde y motiva su trabajo.

[18] www.registromuseosdechile.cl

[19] https://www.cultura.gob.cl/educacion-artistica/centros-de-creacion/

Rara vez la comunicación de la ciencia surge desde las necesidades o intereses de comunidades no académicas. Siguiendo el vocabulario usado actualmente en el ecosistema global de los museos, en vez de hablar de públicos o audiencias, ¿por qué no cambiar el foco hacia el "servir comunidades"? Y, ¿qué les interesa a las diversas comunidades de nuestro país? Cuando hablamos de ciencia, ¿entendemos todas/os lo mismo? ¿Cuánto usan la ciencia en su vida cotidiana chilenas y chilenos?

En Chile se han realizado dos Encuestas Nacionales de Percepción de la Ciencia y la Tecnología, cuyos resultados se liberaron en 2016 y 2019, respectivamente.[20] Los resultados de estas comprehensivas encuestas sorprenden. A las y los chilenos sí nos interesa la ciencia, y somos conscientes tanto de su valor como de sus peligros.

Este interés en la ciencia va en crecimiento y es transversal en términos de género, socioeconómico y en poblaciones rurales y urbanas. Lo que cambia es la percepción del acceso a la ciencia. La encuesta 2016 muestra un acceso percibido desigual entre hombres y mujeres (un 63% de los hombres accede a la ciencia, un 54% de las mujeres); mientras los grupos socioeconómicos D y E se perciben significativamente desventajados ante los grupos A, B, C1, C2 y C3. Igualmente, los grupos urbanos se perciben mucho más próximos a la ciencia que los rurales. La encuesta 2019, concebida para estudiar entre otros ámbitos las diferencias de género en relación a la ciencia señala avances en la aproximación a ella de las mujeres.

Pero estamos convocadas y convocados a acortar las brechas, a facilitar el acceso a la ciencia y a sus beneficios a todas y todos los chilenos. Resulta importante el resultado en 2019 sobre priorización de recursos; aunque entre las personas encuestadas aumenta el interés en invertir en ciencia, lo hay más en: invertir en tecnología, cultura, justicia, obras públicas, transporte y medio ambiente. Claramente nos falta mucho para valorar y facilitar el acceso a la ciencia y a sus beneficios, a todas y todos los chilenos.

En 2018, el *Wellcome Trust*, institución científica enfocada en el estudio de la biomedicina y basada en el Reino Unido, publicó los resultados de un gigantesco estudio de percepción social de la ciencia, la tecnología y la salud, incluyendo datos de más de 130 países. Este estudio, el *Wellcome Global Monitor*, mostró que aquellos países con mayores niveles de confianza en la ciencia son aquellos donde la desigualdad socioeconómica es menor. A nivel de persona, quienes más confían en la ciencia comparten tres características: manifiestan haber tenido acceso a una buena educación, están satisfechos con su nivel de ingresos, y confían en las instituciones de su país, léase los poderes del Estado y las Fuerzas Armadas.[21]

Si reflexionamos sobre estos resultados, podemos entrever que las actitudes anti ciencia (anti vacunas, terraplanistas, etc.)

[20]Enlace a las Encuestas nacionales de percepción https://www.conicyt.cl/documentos-y-estadisticas/publicaciones/panorama-general-en-cyt/

[21] https://wellcome.org/sites/default/files/wellcome-global-monitor-2018.pdf

tienen menos que ver con falta de acceso a la información correcta, que con sentir que los beneficios de la ciencia (y del resto de las instituciones de un país) no llegan a todas y todos por igual.

Esta crisis generalizada de confianza no ocurre sólo en nuestro país, sino que se conecta con un descontento mundial, fruto de la desigualdad, del cual la ciencia y la tecnología no están aisladas. Por ejemplo, en la encuesta 2018 del *Wellcome Trust* antes citada, el grupo que manifiesta mayor desconfianza en la ciencia es el de las personas más desposeídas que viven en los países más desarrollados, las cuales, probablemente, están mejor atendidas que las y los ciudadanos en los países más pobres, pero palpan intensamente la inequidad.

¿Qué estrategias han usado países exitosos en sus planes de educación científica?, ¿Qué podemos aprender sobre los enfoques comunicacionales emprendidos por otras naciones, de cara a la pandemia y otros aspectos de interés público que se entrecruzan con la ciencia? ¿Cómo diferentes sociedades conciben el concepto de cultura científica? ¿Qué experiencias foráneas podrían replicarse en el contexto chileno? Todas estas, y muchas otras preguntas, podrían tratarse en espacios de encuentro para la ciencia y la diplomacia chilenas. Abordarlas conjuntamente abre posibilidades tanto para el intercambio cultural, como para promover la apropiación social de la ciencia en Chile.

Globalización: tareas conjuntas de científicas y científicos extranjeros y de Chile.

Pero no solo tenemos mucho que aprender de otras naciones en términos de estrategias y campañas públicas para promover la cultura científica, también tenemos mucho que enseñar. Como ya comentamos, el Programa Explora es un modelo institucional "exportable" pero, además, Chile ha experimentado con políticas de incentivos para académicos y académicas, como es la reciente incorporación de otorgar puntaje por actividades a la comunicación de la ciencia a quienes postulan al concurso Fondecyt de postdoctorado. Podemos aportar esta innovación a la discusión mundial actual sobre la carrera académica y los concursos de financiamiento.

La colaboración internacional no solamente responde a la necesidad de generar vínculos amistosos entre países, es vital para buscar soluciones a los desafíos que enfrentan nuestros bienes comunes planetarios. Los océanos, la atmósfera, la corteza terrestre, el continente Antártico, le pertenecen al mundo y de su salud depende la vida en la Tierra.

Estas fronteras de la exploración comparten con la Astronomía la dificultad de comprenderlas de modo aislado, pues no solo competen a todas las naciones, sino que, además, su estudio implica grandes costos y una multiplicidad de experticias y subdisciplinas. La ciencia contemporánea se caracteriza por un altísimo nivel de especialización. Este factor, junto a un incipiente reconocimiento del valor de la diversidad dentro los grupos de trabajo, resulta en que es cada vez más común encontrarnos con artículos publicados por

verdaderos consorcios de colaboración que incluyen científicas e instituciones de múltiples países.

Entonces, si bien la internacionalización es un aspecto importante de toda rama de investigación, es en ámbitos como el clima, la oceanografía, el estudio del sistema planetario (*Earth System Sciences*), la astronomía, las ciencias del espacio y la investigación Antártica donde más requerimos continuar fomentando la colaboración internacional.

Pueblos originarios como foco

El conocimiento es global, pero también local. Junto con promover la internacionalización de la ciencia, sobre todo en áreas que, como vimos, no pueden abordarse sino a escala planetaria, existe un creciente reconocimiento hacia otras formas de conocimiento empírico. Comunidades arraigadas históricamente en un territorio, sean pueblos originarios u otras poblaciones rurales, poseen conocimientos de larga data, basados en sus experiencias con la tierra que habitan, conocimientos que lamentablemente han sido menospreciados por las culturas dominantes.

Vemos con muy buenos ojos la tendencia global hacia el rescate de culturas y conocimientos locales, tanto por justicia como por su invaluable aporte para combatir los desafíos del siglo XXI. En este contexto, la creación en 2020 de una línea de financiamiento concursable del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, enfocada en comunidades locales, no académicas, que buscan generar y compartir conocimiento, es una acción innovadora, digna de ser socializada internacionalmente y con mucho potencial de generar acercamientos entre la ciencia y la sociedad.

Manos a la obra

La comunicación de la ciencia es, valga la redundancia, ¡comunicación! Como tal, se basa en principios conceptuales que van modificándose en el tiempo con los avances en el campo de los estudios de la comunicación más las experiencias acumuladas por la interacción entre la ciencia y la sociedad.

Hay dos grandes modelos conceptuales en la comunicación de la ciencia, con múltiples matices y divisiones, pero en el fondo son dos.

El "Modelo de Déficit" se basa en un modelo comunicacional unidireccional y jerárquico, donde las personas expertas transmiten pasivamente información a públicos ignorantes, quienes necesitan ser alfabetizados. Este modelo presume no sólo la existencia contrapuesta de expertas e ignorantes. Implica que poseer información (científica) es suficiente para abrazar actitudes pro-ciencia, y conductas basadas en ciencia (vacunarse, investigar las etiquetas de los alimentos, confiar en las opiniones médicas, rechazar la enseñanza del creacionismo en la escuela). Rechaza a los terraplanistas, por ejemplo, y convoca a tomarse en serio el cambio climático, entre muchas otras cuestiones demostradas. Sin embargo, décadas de inversión en alfabetización científica, principalmente en Europa, demostraron que si bien estos esfuerzos aumentaban cuánto sabían las

personas sobre descubrimientos científicos, no se registraban mejoras en su actitud hacia la ciencia, ni aparecían cambios de conducta esperados. Considerando lo que en este capítulo hemos descrito sobre los estudios de percepción social de la ciencia, esto no debería sorprendernos.

Tal situación fue sembrando el camino para la aparición de un nuevo modelo, conocido como "Modelo de Diálogo de la Comunicación de la Ciencia". Este se basa en una premisa diferente: no podemos dividirnos en expertos e ignorantes, sino que todas las personas poseemos algún grado de experticia, que debemos poner en común de forma horizontal. Aquí ya no aplica la flecha unidireccional entre el mundo de la ciencia y el resto de la sociedad, sino que todas y todos debemos hacer dialogar nuestros saberes. Ciudadanía, academia, Estado, organizaciones no gubernamentales, privados, todos, actores sociales con mucho que aportar al complejo entramado de toma de decisiones del siglo XXI.

La comunicación de la ciencia construye una ruta bidireccional entre los participantes. Esa participación produce el aprendizaje. El profesor y la profesora cambian al enseñar, aprenden al enseñar, porque las y los estudiantes —que también cambian— no son sólo receptoras/es. Así, a mayor participación, las y los interlocutores sobre ciencia más aprenden, más cambian. Tal interlocución se da, mucho más allá que en una academia, en los ámbitos no formales de comunicación.

¿Y qué nos dicen los datos sobre la aplicabilidad de estos modelos? Claramente el discurso se encamina al modelo de diálogo, pero también reconocemos que es complejo de implementar y de medir su efectividad. Por otra parte, los indicadores de éxito más populares son cuantitativos, por lo que un proyecto que lleve la ciencia a la ciudadanía puede ser evaluado con laureles si llega a un público masivo (aunque esa audiencia masiva se haya aburrido o interpretado incorrectamente la ciencia), mientras que un proyecto con pocas personas beneficiarias, pero intensivo, con acompañamiento y seguimiento en el tiempo puede ser mal evaluado, aunque el impacto positivo sobre la vida de esas personas sea alto.

Ejemplos de procesos participativos, dialogantes, existen en Chile en la forma de consultas públicas, algunas requeridas por ley, por ejemplo, en temas medioambientales y que involucren pueblos originarios. También son procesos muy criticados por la ciudadanía, sobre todo cuando sus consensos no son vinculantes, minando la credibilidad de nuestra democracia. O, al revés, cuando las decisiones de grupos locales son vistos como obstrucciones a proyectos de gran envergadura desde el punto de vista económico.

Creemos que estudiar cómo otras naciones han enfrentado estos, sin duda difíciles desafíos de participación, es otra auspiciosa avenida de colaboración entre la ciencia y la diplomacia. Por ejemplo, ¿cómo ha sido la historia de implementación de las conferencias de consenso en Dinamarca, sus

principales aprendizajes? ¿Qué aspectos las harían aplicables en el contexto chileno, cuáles no? ¿Hay ejemplos de comunicación de la ciencia en el mundo, basados en el modelo de diálogo, que hayan resultado en mejores actitudes hacia la ciencia, más vocaciones científicas entre las personas jóvenes, más apropiación social y cultura científica? ¿Es el fomento a la Ciencia Ciudadana una manera de encarnar el modelo de diálogo?

Responder estas preguntas no sólo implicaría grandes avances en el acercamiento entre la ciencia y la sociedad, sino que tendría repercusiones positivas en términos de la discusión contemporánea sobre la factibilidad y deseabilidad de establecer mecanismos de democracia directa.

El proceso como vivencia para compartir, búsqueda de certidumbre y aprobación

Ahora bien, habiendo reflexionado sobre el modelo de fondo, surge la pregunta, ¿*qué* específicamente debería estar comunicando la comunicación de la ciencia? Nuestra respuesta: tanto *contenido* seductor, como el *proceso* de la ciencia, vivencia humana, compartible.

Quienes escribimos este capítulo amamos la ciencia y hemos pasado nuestra vida inmersos en ella y, si eres nuestra lectora, sin duda también has sido cautivada por sus asombros. Comunicar *contenido* científico es compartir descubrimientos sorprendentes, los que pueden ayudarnos a entender el mundo y a nosotros mismos, provocar esperanza ante problemas y enfermedades que se creían insolubles, enseñarnos cosas que podemos utilizar para mejorar nuestra vida y, ¿por qué no?, emocionarnos y hasta divertirnos.

Comunicar el *proceso de la ciencia*, los métodos que usan diferentes disciplinas, sus supuestos, medios de verificabilidad, la historia y las personas detrás de cada investigación, sus límites, errores y grandes preguntas abiertas, es tan importante como comunicar sus resultados.

Si sólo nos dedicamos a comunicar contenidos podemos inadvertidamente estar contribuyendo a la creación de falsas expectativas sobre lo que la ciencia puede y no puede darnos, y en qué plazos. Si sólo conozco los diamantes pulidos, los resultados impactantes de las últimas investigaciones, puedo pensar que llegar a ellos fue un proceso lineal, surgido de la genialidad de un individuo, un "momento Eureka", pero sin contexto, sin historia, sin esfuerzo, sin traspiés, ni comunidad. Entonces no es raro que me decepcione cuando aún no existe una respuesta muy buscada (¿la cura del cáncer?) y opte por esperar a que desaparezcan incertidumbres antes de tomar una decisión. Así desconfiaré cuando hay cambios de opinión (¿por qué el año pasado decían que no había que usar mascarilla y ahora sí?), o lisa y llanamente tache la ciencia como inútil en mi cotidianidad.

Es crucial enfocar esfuerzos en equilibrar ambos enfoques –contenido y proceso–, y explicar que la ciencia nunca llega a la verdad absoluta, pero que sus consensos, por provisorios que sean, sí son fuente de progreso inconmensurable para la

humanidad. Hablemos de que la incertidumbre jamás desaparece por completo y hay que aprender a actuar con ella como paisaje de fondo, de que la modelación es una herramienta rigurosa. Hablemos de lo que significan las probabilidades, fomentemos el pensamiento estadístico, conversemos de los miles de pequeños ladrillos que, lentamente, a lo largo del tiempo, constituyen a esos gigantes cuerpos de conocimiento, sobre cuyos hombros se afirma cada nueva investigadora, cada nuevo descubrimiento. ¿De qué otro modo confiaremos en una vacuna desarrollada al parecer en demasiado corto tiempo?

Y mostremos también los caminos sin salida, los accidentes, los sesgos, la humanidad en todas sus luces y sombras, de quienes hacen ciencia; así, además, vamos rompiendo los estereotipos que tanto dañan a aquellas jóvenes que aman aprender. Si la ciencia que mostramos no tiene cara ni historia personal, o si se comunica sólo como resultado final despampanante, si creemos que es sólo para genios, usualmente hombres, blancos y del hemisferio norte, ¿qué esperanza queda de atraer a nuestros y nuestras jóvenes a tan hermoso oficio? Para realizar cualquier actividad necesitamos herramientas, tanto conceptuales como prácticas. Para comunicar la ciencia necesitamos herramientas conceptuales, por ejemplo, herramientas retóricas, narrativas, de comunicación asertiva y escucha activa.

Además, necesitamos herramientas de acuerdo con los objetivos comunicacionales que tengamos. Por ejemplo, si buscamos educar, requerimos herramientas de la pedagogía, pero, si buscamos divertir y hacer reír, precisamos de herramientas del humor. Por otro lado, una máxima de la comunicación de la ciencia es que el público general no existe, todas y todos tenemos distintos intereses y necesidades, por lo que una aproximación de nicho es, sin duda, preferente.

Preciso de distintas herramientas si mi público son audiencias infantiles, comunidades rurales o parlamentarias. Por último, cuando conozco mi objetivo y mi público, escojo de acuerdo a ellos mi formato, y cada formato viene con sus propias herramientas. Para que las científicas sean efectivas voceras en radio y televisión, necesitan herramientas de vocería, o *media training*, mientras que para comunicar ciencia en *Twitter* o *TikTok* se requiere de herramientas de comunicación digital y de manejo de redes sociales.

Las herramientas de la comunicación no son para nada desconocidas para quienes se dedican a la diplomacia, es más, son parte fundamental de su trabajo día a día. Si bien la comunicación de la ciencia, y más aún el periodismo científico dentro de ella, no debe nunca abandonar el sentido crítico que es uno de los valores fundamentales tanto de la mejor ciencia como del mejor periodismo, no olvidemos que la comunicación de la ciencia cumple actualmente también un rol de relacionadora pública de la ciencia.

Promover el pensamiento crítico, dar a conocer los avances de la ciencia hecha en Chile, fomentar la apropiación social de la ciencia – por ejemplo, mediante campañas

que expliquen los beneficios de las vacunas – motivar a niñas y niños hacia carreras científicas, son algunos de los objetivos que buscan muchos entre quienes comunican ciencia, sobre todo quienes lo hacen desde instituciones científicas. Es en este rol promotor donde vemos muchos cruces posibles entre la diplomacia y la comunicación de la ciencia.

Acceso a la confianza, empoderar a la ciudadanía

Como menta un meme que circula en las redes sociales, la ciencia puede decirte cómo clonar un dinosaurio, mientras que las humanidades pueden decirte por qué esto sería una mala idea. Muchos y muchas profesionales destacan que el periodismo científico es periodismo primero, científico después. ¿A qué se refieren con esto? A que el periodismo científico no debe perder el ojo crítico sólo por querer destacar con entusiasmo los asombros de la ciencia. Tampoco es válida la excusa de que, faltando oportunidades de capacitación, los y las profesionales de la comunicación no entiendan la ciencia contemporánea en su infinita especificidad y especialización.

Con espíritu crítico

Hay voces que argumentan que la extrema complejidad de la ciencia actual restringe la comprensión de las y los periodistas, quienes se encuentran, además, en un contexto de creciente sobreexigencia laboral. Esto empuja hacia la producción de notas con poco trabajo investigativo, muchas veces copiando los comunicados de prensa de las agencias de prensa internacionales. Si esto nos parecería inaceptable en la sección política de la prensa, ¿por qué aceptaríamos sin reparos que la ciencia se comunicase acríticamente, destacando sólo resultados finales como diamantes pulidos, sin contextualizarlo a nuestra realidad, como si nuestro rol fuera de "porrista" de la ciencia?

Enfocarnos demasiado en la promoción, en las relaciones públicas de la ciencia, puede tener resultados contraproducentes. Cuando los intereses de una persona o institución no son claros, esto puede generar desconfianza, por ejemplo. Muchas noticias sobre avances en biomedicina son interpretadas por algunos con suspicacia derivada de los múltiples cuestionamientos hacia la gran industria farmacéutica.

Lo mismo pasa con cualquier avance tecnológico que es comunicado sólo desde el entusiasmo, sin hacerse preguntas difíciles, como ¿qué aspectos de un cierto problema podría esta tecnología mejorar?, ¿cuáles podría empeorar? ¿Es aplicable al contexto regional, nacional, local? ¿Quién se beneficiará de ella? ¿Se están pensando medidas para asegurar su acceso universal? ¿Quiénes se verán perjudicados y perjudicadas?, ¿cómo podría evitarse o compensarse ese daño? ¿Se ha incluido en su desarrollo un análisis profundo de todos los costos asociados al desarrollo e implementación de esta tecnología, directos, indirectos, ambientales?

Para formar una ciudadanía con pensamiento crítico, capaz de separar el grano de la sobreabundante paja que ahoga los medios de comunicación tradicionales y no tradicionales, en una ciudadanía que se apropie de la ciencia para su beneficio, es crucial que nuestro amor

por la ciencia no nos ciegue. Debemos aplicar su filo inquisitivo también en el modo como hablamos de ciencia en nuestra sociedad.

Al alcance, lo nuestro

Una posible avenida de interés común para la diplomacia y la ciencia está en la búsqueda de "tecnologías apropiadas", también llamadas adecuadas, o intermedias, por las y los investigadores en CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad, o estudios sociales de la ciencia). Estas tecnologías, intensivas en trabajo pero no en capital, son aquellas desarrolladas pensando en contextos específicos, con serias consideraciones por los aspectos comunitarios, territoriales, ambientales, culturales, sociales, éticos y económicos de su implementación.[22]

Se caracterizan por ser de bajo costo, y de uso y reparación autónoma por quienes la utilizan, permitiendo la resolución de problemas minimizando el uso de energía y recursos naturales, aspectos aplaudibles dado el contexto de catástrofe ambiental planetaria en que estamos todos sumidos. Su uso ha sido promovido particularmente en países del "Sur Global", en comunidades empobrecidas y rurales. Hornos solares, refrigeración sin electricidad, mecanismos de bombeo manual, recolección de agua desde niebla, son solo algunos ejemplos.

La ciencia, la tecnología y las relaciones internacionales ocurren a escala global, y cuando se entrecruzan suelen hacerlo para fomentar la transferencia tecnológica sofisticada desde las naciones ricas hacia las pobres. Redirigir parte de la atención de la ciencia y de la diplomacia hacia tecnologías apropiadas a nuestro contexto podría contribuir a construir y solidificar lazos "Sur-sur" y a ampliar el abanico de soluciones sostenibles y a escala humana. Todo ello, además de contribuir a la estabilidad y paz de la región, puede tener un efecto muy positivo en la percepción social de que los beneficios de la ciencia son distribuidos de manera justa.

Como ya vimos, la confianza en la ciencia se correlaciona con la confianza que tenemos hacia las instituciones nacionales, por lo que demostrar compromiso país hacia la búsqueda de tecnologías apropiadas y su promoción en la región, puede tener un efecto cascada que fortalezca la cohesión social y nuestra imagen en el extranjero.

Los conflictos políticos y éticos impregnan la relación de la humanidad con el conocimiento. Algunos, como la inteligencia artificial, aplicaciones médicas e incluso la cosmología, son fuente de disputas y conflictos. Éstas muchas veces no provienen de la ciencia, sino que, de ideologías, del derecho, de tradiciones, modas. Estas tensiones socavan la confianza en la ciencia y atenúan su proyección histórica.

Lo que antes percibíamos como certezas absolutas provenientes de la aplicación del método científico han sufrido un cambio de paradigma con la introducción de las probabilidades, un gran avance, pero que

[22] http://www.transitsocialinnovation.eu/content/original/Book%20covers/Local%20PDFs/175%20Chap%20%20Thomas%20Tecn%20para%20la%20soc%20inclus%20en%2

cambia nuestra visión sobre la seguridad con que sabemos algo. La física cuántica, especialmente, nos instala en un universo de incertidumbres: una partícula puede ser ubicua.

Pero, si suspendemos la certeza, resulta difícil avanzar en el conocimiento. Por lo que, como en el ajedrez, resulta más posible, para alcanzar un fin, atenernos a ciertas normas, métodos, los cuales pueden ir variando. Lo que es claro es que los métodos de la ciencia apuntan, aunque no siempre con éxito, a distinguir entre conclusiones motivadas por la evidencia empírica, de aquellas motivadas solamente por ideologías o dogmas religiosos.

Por eso, las publicaciones de trabajos científicos, revisados por pares, cuentan con una aureola —no siempre merecida— de confiabilidad. La comunicación científica, ante la desconfianza, requiere invitar a una mirada desde el descubrimiento, desde el proceso, manifestando alta empatía hacia quien objeta la ciencia. La visión, cuanto más global y transparente de sus métodos, carencias y motivaciones, puede ser más convincente.

Vías para compartir la ciencia

Omitiremos la comunicación formal, académica. La comunicación de la ciencia se da, primero, en la interacción con los fenómenos: como en esa niña que observa un chanchito de tierra, como en esa multitud celebrando un eclipse total del Sol. La Naturaleza suscita curiosidad, provoca el análisis, genera la comunicación. Al final, el "¡mira!" instala el conocimiento al compartirse. Parecerá trivial, pero es ese instante dramático el que buscamos reproducir en iniciativas de comunicación de la ciencia: "¡mira, admira!".

Talleres, encuentros, exposiciones sobre ciencia pueden dar un paso más allá de la formalidad, provocan. Admiten la bidireccionalidad y refuerzan el prestigio de quienes organizan. La comunicación no formal, la tradicional y la moderna, tienen la gracia del bufón del Rey. Pueden evitar tanta seriedad, pueden provocar el humor, la entretención, despertando la atención. Y, en estos días, todos los medios, incluso los tradicionales, buscan la bidireccionalidad, la reacción. El papel luce códigos QR; la pantalla, vínculos a textos o a imágenes. Y vienen nuevos medios, como las proyecciones de la realidad virtual, de la inteligencia artificial.

La búsqueda del conocer y del descubrir hoy se tiñe de emoción, de entretención. Y, para dar ese salto, busca la vieja y tradicional participación. "Un salto cuántico", expresión incorporada al habla contemporánea, no implica que quien la usa comprenda la física que implica: pero la sociedad se ha apropiado de tales palabras, aunque muchas veces en forma errónea. Es un paso. Quienes comunican ciencia buscan la apropiación social del conocimiento.

Porque el conocimiento, la tecnología, concentrados en una élite, por muy especializada que sea, inhibe el potencial crecimiento de la ciencia o tecnología. La mayor parte de la sociedad puede quedar ciega ante la Naturaleza, estando llamada a participar del descubrimiento. La comunicación de la ciencia no es una

dádiva. Consigue que la sociedad haga suyo lo que todos logran descubrir. Como en el "¡mira!" junto al chanchito de tierra. O como en el compartir la relación entre bosque y agua disponible. Mira. La actitud básica de los museos de ciencia contemporáneos —como el MIM en Santiago, el CICAT en Coronel, el *Exploratorium* de San Francisco—, es la participación.

¿Quiénes aprendieron del experimento en la Estación Espacial Internacional que probó, en 1998, que las chinitas comen pulgones en un ambiente sin gravedad, obra de las alumnas del Liceo Javiera Carrera? ¿Sólo ellas? ¡Todas y todos nosotros! Y, muchas niñas con vocación científica supieron… "¡podemos!". El informe Unesco sobre ciencia publicado en junio, 2021[23], "La carrera contra el reloj para un desarrollo más inteligente" destaca la importancia de la comunicación de la ciencia, no sólo en el contexto del Covid – 19.

Descubrir en conjunto

El Nobel de química 2020 lo recibieron Emanuelle Charpentier y Jennifer A. Doudna "por el desarrollo de un método rápido y económico para la edición del genoma", el CRISPR CAS 9. Pusieron en manos de todos los laboratorios del mundo un método para trabajar el corazón de la vida: la genética.

El objetivo de que la ciencia fluya, los códigos abiertos, las publicaciones abiertas, el compartir los datos, todo apunta a que la humanidad sea partícipe del nuevo conocimiento. Es por esta fuerza comunicativa, centrífuga, que resulta difícil mantener los "secretos", por ejemplo, los militares.

Aún existen investigadores que cuidan sus descubrimientos como tesoros susceptibles de ser sustraídos, pero la práctica ha demostrado que es la comunicación fluida de la ciencia lo que más la hace avanzar.

Aún más. Quienes crean en este ámbito cada vez más participan en iniciativas para ser como el fruto del diente de león, símbolo del diccionario Larousse, con su lema "Yo siembro en todo viento". En Chile, los festivales anuales Puerto de Ideas y Congreso del Futuro, constituyen muestras del interés de personas de ciencia de alta categoría internacional de venir. No vienen a foros de élite, no. Su motivación principal —no reciben honorarios — es el encuentro con audiencias populares que quieren saber. Y con las y los políticos que se abren a estos campos.

Lo mismo ocurre con el programa "Mil científicos, mil aulas" del programa Explora, o con las fiestas anuales de la ciencia y la tecnología. Las personas especialistas prácticamente sienten el gozo de darse a entender, de compartir el asombro con los no iniciados.

La pluralidad y las tensiones

La ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación, construyen puntos de encuentro o de conflicto en muchos planos. Pluralidad. Surgen quiebres y también enriquecimientos. Aquí nos concentraremos

[23] https://en.dl-servi.com/product/unesco-science-report-the-race-against-time-for-smarter-development

en dos aspectos: la pluralidad cultural y geográfica y la pluralidad de disciplinas o enfoques.

La territorialidad aporta, de ahí la fuerza del término "glocal", que hace de lo próximo a las raíces, una joya que contribuye al resultado global, desde el nivel local, al nacional, al regional, al mundial. Es un llamado a combatir la invisibilidad. Constatar que hay regiones del país que no participan activamente en el avance nacional, que se producen vacíos de significado en el continente, que está activo el desequilibrio de la influencia de un hemisferio sobre otro.

Hace falta que en ciencia se produzca lo que consigue la literatura: voces pertinentes, precisamente por su origen. Esto es percibido también desde el hemisferio norte, al menos por un porcentaje de involucrados en ciencia. Incluso sienten ese vacío y se esfuerzan por descubrir. Por ejemplo, la gran experta del *Botanical Garden* de Nueva York, Kim E. Tripp, experimentó con hormonas de crecimiento inyectadas en alerces de los bosques valdivianos para aumentar su velocidad de desarrollo.[24] La acogía Antonio Lara de la Fundación Forecos y la U. Austral en sus viajes anuales.

Los fenómenos, objetos multidisciplinares; su estudio, una historia

Un mismo fenómeno, como los satélites de comunicaciones que orbitan a baja altura, puede ser analizado desde múltiples perspectivas. En el caso de fenómenos naturales, como la maternidad, ocurre lo mismo. Al interactuar las disciplinas en el análisis de un fenómeno, va consolidándose la transdisciplina, con nuevos métodos, como, por ejemplo, el modelamiento matemático, las ciencias sociales y las humanidades interactuando. Por eso, invitar es hoy hábito.

Hoy, los grandes centros astronómicos y sus telescopios dan pie a la invitación a las y los estudiantes de todo el planeta a observar. El sueño de pisar Marte construye la ocupación de jóvenes que desde los 7 u 8 años declaran su intención de llegar allá. Y, desde siempre, las naciones se ufanan, como España lo hace con Santiago Ramón y Cajal, con sus contribuciones. Gobiernos chilenos del siglo XIX contrataron a científicos para descubrir nuestro propio territorio y costumbres.

El siglo XX desarrolló grandes científicas y científicos chilenos que alcanzaron el prestigio internacional y apuntalaron la investigación local. Algunos, como el físico Igor Saavedra o el neurofisiólogo Joaquín Luco, rozaron el Nobel. La aplicación del método científico se transformó en un certificado de confiabilidad; más todavía cuando en casos como el de los chilenos Arturo Salazar y Luis Zegers, lograron la primera radiografía en Latinoamérica, en 1896.

Una de las motivaciones de la clasificación botánica durante los viajes de exploración fue el descubrimiento de nuevos alimentos, medicinas, elementos químicos. Si bien históricamente muchísimos conocimientos

[24] https://bit.ly/3nQU5PQ

fueron extraídos para el enriquecimiento de los imperios colonialistas, a desmedro de las personas y ambientes locales, actualmente la ciencia va de a poco alejándose de su pasado extractivista del conocimiento local, hacia formas más respetuosas y horizontales de intercambio de saberes. Hoy la demanda de soluciones y respuestas se acelera, indagando en el conocimiento de los pueblos originarios. También las ciencias sociales escrutan la riqueza cultural de esas primeras naciones y van aportando a la comprensión de los tesoros de la humanidad y sus sociedades.

Joya científica de Chile es la sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, fundada en 1889[25]. Mantener e incrementar esta colección ha sido obra de destacadas y apasionados botánicas y botánicos. Destacan mujeres científicas, como Rebeca Acevedo de Vargas, Luisa Eugenia Navas, Mélica Muñoz Schick, Inés Meza Parra, Elizabeth Barrera Moscoso, María Eliana Ramírez Casali, Gloria Rojas Villegas, que han logrado acopiar y conservar una muestra representativa de la flora terrestre y acuática del país. La importancia internacional de este tesoro nace de la condición insular de nuestra geografía, campo de desarrollo de especies endémicas y, por ello, fuente de intercambios de muestras con otros centros de estudio.[26]

Ingenieros e ingenieras de Chile han hecho aportes a los procesos mineros, textiles, hidráulicos que han impactado las tecnologías en todo el mundo. Igualmente, chilenos y chilenas han diseñado aplicaciones en modelamiento matemático, en cirugía, en astroingeniería, en navegación. Uno famoso: el convertidor "Teniente" en la refinación del cobre[27]. Es que la relación ciencia-vida e historia, cuando es virtuosa, es como el sistema circulatorio del cuerpo humano: purifica, alimenta, energiza, alegra. La diplomacia da testimonio de estos ciclos, aportes globales confluyentes.

Campanas que tañer

En Chile, el gasto en ciencia no ha superado el 0,4 del PIB. Cientos de investigadoras e investigadores han regresado en los últimos años al país luego de doctorarse u obtener sus maestrías sin conseguir trabajo, debido a la poca expansión de la inversión en ciencia en Chile. El sector empresa, en general, prefiere importar ciencia y tecnología cuando las requiere, que invertir en investigarlas aquí.

La diplomacia científica puede mostrar a nivel nacional los logros de la empresa privada cuando invierte en ciencia y tecnología, como también los acuerdos políticos y económicos entre Estado, empresa y academia que se dan en otros lugares.

La diplomacia científica también puede inventariar las fuentes de financiamiento disponibles para la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación de tal modo de ayudar a los centros e investigadores que precisan recursos. Centros de información

[25] Muñoz Schick, Mélica "100 años de la sección botánica del Museo Nacional de Historia Natural (1889-1989) Boletín del Museo de Historia Natural de Chile, 42, 181-202 (1991).

[26] https://www.mnhn.gob.cl/botanica

[27] Obra de Hermann Schwarze, ingeniero chileno. Ver https://bit.ly/311vcbu.

sobre financiamiento, como Candid[28], en EE.UU., así como la organización COST[29] europea de cooperación en ciencia y tecnología. Esta entidad, con sede en Bruselas, tiene un solo miembro no europeo asociado, que es Sudáfrica. Como COST, hay muchos contactos de financiamiento que explorar y probablemente, que exigir, a diplomáticos tales como quien tenga el rol de embajador/a de Chile ante la UNESCO en París.

Algunas y algunos investigadores han desarrollado el talento para obtener financiamiento. En este caso, se transforman en auténticos diplomáticos/as, como es el caso de quienes crearon la Fundación Ciencia & Vida, Pablo Valenzuela y Bernardita Méndez. La sinergia entre diplomáticas y estas científicas que conocen los flujos de financiamiento internacional, puede ser fomentada. Las principales universidades del país y la Academia de Ciencias han instalado encargados de aprovechar esta veta. La membrecía de personas del ámbito de la ciencia, y de la diplomacia en organizaciones tales como la Internet Society, o la Academia Vaticana de Ciencias, pavimenta estas sinergias.

Ideas desde la retórica

La milenaria disciplina de la retórica, aun completamente vigente hoy, no tiene que ver con el método científico sino más bien con la capacidad de persuadir. La retórica busca provocar el aprendizaje de las audiencias y se concentra en los mecanismos necesarios para ello.

[28] www.candid.org

[29] www.cost.eu

Lenguajes y medios

"Facebook" contratará a 10 mil personas para su proyecto Metaverso, leía un titular de mediados de octubre de 2021. Metaverso pretende ser un mundo de realidad aumentada y virtual para la interacción social donde uno podrá "entrar" como si fuera turista.

La evolución de los medios de comunicación, tratada en parte en "El infinito en un junco" de Irene Vallejo[30] no termina de escribirse. Los medios pueden clasificarse según los sentidos a los cuales comprometen, por ejemplo, la radio– el oído. O bien, la simultaneidad de la emisión y la recepción en contraste con el mensaje "en diferido", o, incluso, como se da mucho en ciencia el mensaje "con embargo". Hay medios onerosos y otros gratuitos. Pero resulta interesante una distinción elaborada en los años 1960 por el canadiense Marshall McLuhan entre los medios "*hot*" y los medios "*cool*" porque alude al concepto de participación, el cual ha ido tomando cada vez más relevancia.

Medios "*hot*" serían aquellos que entregan mensajes en bloque, donde la audiencia no tiene nada que hacer más que aceptarlo o dejarlo. Medios "*cool*" serían aquellos en que el acto comunicacional se completa entre todas las personas involucradas, más cercanos entonces al Modelo de Diálogo que ya describimos. La radio, en la medida que apela a la imaginación del público, sería más "cool" que "hot". El cine, más "hot". Estemos o no de acuerdo con la clasificación, lo interesante es que la médula

[30] VALLEJO, Irene: *El infinito en un junco, Penguin, Barcelona 2021.*

de la distinción de McLuhan está en la participación. Esto coincide con la búsqueda hoy día de mayor comunicación a través de mayor participación. También los diferentes medios y circunstancias impulsan la evolución de los lenguajes, los cuales han de ser apropiados a la materialidad de cada medio.

El paisaje en gran angular no se presta para la pantalla pequeña, o para la televisión, comparado con su impacto en una gran pantalla de cine. El diálogo se acomoda a muchos medios, pero no cabría en una enciclopedia, por ejemplo. Una declaración pública se aviene más en un comunicado impreso o en un periódico digital o en papel, que en redes sociales, salvo que post declaración, se invite a dialogar. La diversidad en el uso del lenguaje viene a ser una virtud, como el multilingüismo en diplomacia.

Planificación, ritmos y brevedad

La planificación, tal como a un/a pedagogo/a estructura su curso, le viene a cualquier iniciativa de comunicación. La elaboración de campañas, por ejemplo, no puede evitar el proceso de insertar las instancias comunicativas en el tiempo. Las formas de planificar pueden variar, pero la declaración de objetivos evaluables resulta importante.

Los hitos comunicacionales pueden producir efectos que posiblemente se consiga prever. Una campaña, así, logra, como una gran sinfonía, tener ritmos y tonos distintos en sus sucesivos movimientos; hasta llegar al final.

En cuanto a la longitud en el tiempo y en espacio de los mensajes, hoy es necesario subrayar como nunca antes, debido a la velocidad de la existencia, la necesidad de la brevedad, sobre todo en formatos digitales. "Si no lo puedes decir en cinco minutos, no lo digas", reza un anterior precepto de oratoria sagrada que pocas veces se cumple. Esos cinco minutos se han transformado hoy en el "*Elevator pitch*": si uno se encuentra con un posible socio o socia en un ascensor, disponemos de 30 segundos para invitarle a conocer nuestro negocio. Los lapsos de atención han bajado drásticamente, al igual que *Twitter*, que originalmente obligó a comunicarse en 140 caracteres. Hoy, "si no lo puedes decir en "ene" segundos, no lo digas". Esto, depende del medio de comunicación empleado y la audiencia. Quien comunica efectivamente sabe desarrollar esa intuición que despliegan las y los cantantes en los grandes conciertos para saber cuándo seguir y cuándo cortar.

Antes, se incluía la evaluación casi como un apéndice en la planificación. Hoy, con el mundo en red, los mensajes rebotan, y son esos rebotes como marcadores de nuevas rutas, fuentes de contacto, que deben considerarse en la asignación de tiempos de trabajo. La comunicación no termina emitido el primer mensaje.

Evaluación, investigación en comunicación y diplomacia científica

Desde la consagración de la diplomacia científica como área del conocimiento, en el siglo XXI, aumentan las investigaciones y trabajos en el tema. Un símil ha ocurrido con la Internet. Los años 80, con la Internet

incipiente, la mayor parte de la investigación correspondía a materias tecnológicas y de ciencias exactas; a medida que su impacto transformaba las sociedades, florecieron los estudios de las diferentes ciencias, una de las cuales, muy fundamental, ha sido el derecho. Hoy existen abogadas y profesoras de derecho especialistas en Internet quienes, a la luz de los principios del derecho, van instalando la nueva realidad como objeto de derechos y deberes. La misma ruta es la que está siguiendo la diplomacia científica, que se abre a nuevas categorías de estudio, como las comunicaciones.

1.En cuanto al contenido

El "currículo" de la diplomacia científica está en evolución. Los cursos que uno ve en línea aún son muy rudimentarios.[31] Se apela a visibilizar la experiencia de personas diplomáticas –como el actual embajador de Chile en Washington, Alfonso Silva Navarro– para construir el material. Pero los currículos aún están a un nivel muy inicial. Claramente se necesita mayor elaboración en esta materia y, por lo tanto, mayor investigación. Entre las materias a desarrollar son los criterios y pautas de evaluación de las instancias comunicativas de diplomacia científica.

2.En cuanto al contexto

Hillary Clinton fue quien llamó a una diplomacia compleja: "Debemos utilizar lo que ha sido llamado "*smart-power*", el rango completo de herramientas de que disponemos -diplomáticas, económicas, militares, políticas, legales, y culturales- eligiendo la herramienta correcta o la combinación de herramientas, para cada situación" (13 de enero, 2009 ante el Senado de EEUU).[32]

El o la diplomática evalúa cada situación. De allí pone en juego su caja de herramientas, una de las cuales es la diplomacia científica. Lo primero que se le pregunta a un o una editora de comunicaciones cuando asume un cargo es "¿a quién vas a dirigirte?" El olfato fino del comunicador afecta la toma de múltiples decisiones de acción. Nuevamente aquí se hace necesario la investigación –la historia es crucial– de las diversas situaciones. Por ejemplo, la franqueza ¿resulta un valor equivalente en todas las situaciones o regiones?

3. En cuanto al proceso

La comunicación, en la diplomacia científica, llama al contacto con las personas destinatarias, que pueden ser brillantes académicos o bien niños investigadores. Si bien la formalidad y el protocolo son características de la diplomacia, el acercarse a las audiencias no pone en riesgo la dignidad diplomática. Más aún, en estos tiempos cuando la ciencia busca llegar directamente a ciudadanos y ciudadanas, el o la diplomática que visita los confines más diversos de una determinada sociedad no se humilla, sino aprende, y, al escuchar, abre la posibilidad al diálogo.

Educación formal en comunicación de la ciencia

[31] https://www.s4d4c.eu/european-science-diplomacy-online-course/

[32] https://bit.ly/3DiuhBJ

Como toda tarea, la comunicación se realiza mejor mientras más experiencia y formación atingente se tenga. Las labores de los y las diplomáticas interesadas en ciencia podrían beneficiarse de la adquisición de herramientas de comunicación, y de conocimientos y reflexiones acerca de la naturaleza e historia de la generación de conocimientos a nivel global y local.

En Chile en los últimos años han proliferado seminarios, cursos y talleres de comunicación de la ciencia, en su mayoría amparados por centros de investigación o unidades académicas dentro de las universidades. A la fecha el único programa formal de especialización en el ámbito es el Diploma de Postítulo en Comunicación de la Ciencia, impartido desde 2014 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. A nivel Latinoamericano se suman otros diplomados, y algunos programas de magíster, y ampliando al resto del mundo, algunos doctorados. Estos programas, interdisciplinarios por naturaleza, atraen a profesionales diversos, provenientes de la ciencia y de las comunicaciones, así como de las artes, humanidades, pedagogía, y otras tantas disciplinas. Un espacio de formación que se enriquecería en sí mismo con la inclusión de las y los diplomáticos de carrera.

La diplomacia científica como nueva especialización

En el proceso de instalación de la diplomacia científica, los y las profesionales de la diplomacia que han incursionado en ciencia, son convocados/as o por sus Cancillerías o por centros de formación para que categoricen y compartan esa experiencia. Este es el buen camino. En agosto de 2020, una investigación publicada en la revista "*Frontiers in Education*" constataba que "*no academic institution offers yet a class solely dedicated to the theory and practice of science diplomacy*".[33]

Han aparecido cursos de diplomacia científica. Ver el curso patrocinado por *The World Academy of Sciences* de UNESCO[34]. O bien el patrocinado por la Alianza de la Unión Europea de diplomacia científica[35], o por el Centro para la diplomacia científica de la Asociación estadounidense para el avance de las ciencias[36] .

Empero, aunque en el trabajo publicado en "*Frontiers in Education*" se propone un currículo posible en diplomacia científica, en ningún acápite aparece el tema de comunicación de la ciencia. Nuevamente surgen la ciencia y la diplomacia consideradas como silos, sólo que esta vez, interconectados entre sí aunque no con la sociedad.

Los diplomáticos y diplomáticas contemporáneos deben estar preparados/as para impulsar la comunicación. Esto implica que ellos y ellas han de servir de puentes, así como saber interrelacionarse con las y los comunicadores profesionales de la ciencia.

Las y los diplomáticos científicos y comunicadores de la ciencia

[33] www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2020.00138/full

[34] https://twas.org/science-diplomacy

[35] www.science-diplomacy.eu

[36] https://www.aaas.org/programs/center-science-diplomacy

Difieren las diplomáticas científicas y las comunicadoras de la ciencia; la diplomacia busca, en último término, consolidar intereses nacionales, los cuales pueden estar en conflicto con otros intereses; los comunicadores y comunicadoras aspiran a hacer partícipes a sus audiencias de los aportes de la ciencia. Esto puede tensionar la relación mutua.

Características diferentes ante el "Smart power"

Para una comunicadora chilena de la ciencia un descubrimiento astronómico desde el observatorio Paranal, en Chile, vale más que un fenómeno observado desde un telescopio en Las Palmas, España. Para una astrónoma, según sea su área de estudios, la observación en Las Palmas puede ser más o menos importante. Para una diplomática, dependerá de las circunstancias cuál de los descubrimientos proclamar. Puede ocurrir que, si está en una negociación en que necesite la alianza de los científicos españoles, prefiera distinguir el aporte de Las Palmas, en las islas Canarias.

Parecida fuente de tensiones son el secreto y el secretismo. Puede ocurrir que a un periodista se le haya confiado una información en el contexto del secreto profesional. Él tiene el deber de guardarla. Puede ocurrir que una diplomática necesite precisamente esa información, lo que constituye una presión para el periodista. El mundo diplomático, que bien se relaciona con secretos y confidencialidades, comprenderá que él cumple su deber, pero no siempre esto ocurre así. Lo contrario, el secreto diplomático y la presión periodística por hacerlo público, también son fuente de tensiones.

Otra fuente de tensiones provendrá del interés de adquirir visibilidad de parte de personas o entidades. Diplomáticos y comunicadores son objeto de peticiones de parte de quienes, acertadamente, los ven como plataforma al reconocimiento. No resulta simple resolver estas situaciones, pero lo peor puede surgir cuando diplomáticos o comunicadores se presionen mutuamente, perdiendo de vista los objetivos de la ciencia, el público, el país. Pero la tensión fundamental proviene de la historia de la diplomacia: un oficio reservado, en contraste con el oficio de comunicar, un proceso de espacio público. Esta tensión llama a un equilibrio en el cual ambas tareas se respeten en lo que son y se apoyen.

Complementariedad

Las libretas de direcciones, el archivo de contactos, constituyen un tesoro de los profesionales de la comunicación y de la diplomacia; mundos disímiles. Hay personas incluidas en esos listados; otras, no. Podrían complementarse los listados, abriéndose así mundos. Profesionales, ora de la diplomacia, ora de la comunicación, también sospechan que existen puntos ciegos. Cómo África, punto ciego del mundo. O, como Latinoamérica, punto ciego para tantos y tantas.

Esta iluminación recíproca sobre los extensos mundos que cubren u omiten cubrir diplomacia y comunicación favorecerá la inclusión. O, al menos, el

reconocimiento de la diversidad, de sus distintos lenguajes y, ahora, de sus poderes.

La complementariedad final radica en la diplomacia y la comunicación en amplias redes. Esto no excluye las organizaciones especializadas, formadas en diplomacia científica, pero subraya una praxis de contactar y ser contactados/as.

Conclusión: puntos a considerar en un plan de acción

Por el bien común

La ciencia tiene un rol social, por lo tanto, su comunicación también. La diplomacia comparte el rol de promover los intereses de un país y los intereses colectivos de la humanidad. Marcan un antes y un después las ideas de Vannevar Bush, quien fuese director de la Oficina de investigación científica y desarrollo de EEUU, al presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt, en julio de 1945. Sus capítulos, "La guerra contra la enfermedad", "La ciencia y el bienestar público", "La renovación de nuestro talento científico", "El problema de la reconversión científica", "Los medios para el fin", organizan el problema, imaginan las acciones, calculan los gastos: el futuro.

Hay temas que no pueden resolverse país por país. Los asuntos de interés global, los temas comunes, nos convocan a un entendimiento compartido de las causas y de las distintas soluciones posibles. Nos abren a intercambiar conocimientos. Estos no son sólo aportes científicos o técnicos, también incorporan otros saberes e intereses en competencia.

A nivel de intereses internos de Chile, al diversificar la estructura productiva, al ser más resiliente, al desarrollar capacidades adecuadas a nuestro contexto, nos acercaremos a preservar la naturaleza y a fortalecer la economía futura. Lograremos transitar de una economía extractiva a otra, sustentable y basada en el conocimiento.

Queda claro que la diplomacia es un tema abierto a la multiplicidad de las ciencias, no sólo las exactas. Los diplomáticos y diplomáticas pueden acudir a las ciencias sociales, desde la economía a la criminología, por ejemplo, para determinar si la inmigración es buena para un país (alerta de *spoiler*: lo es), para presentar decisiones basadas en la evidencia.

Diplomacia y comunicación de la ciencia comparten un sentido de las relaciones públicas. El fomento de afinidades –entre países, entre el aparato científico y la sociedad– requiere de una rica comunicación, sobre todo cuando hay muchísimo en juego, como hoy lo están la supervivencia planetaria, la estabilidad y la paz.

Entre los países con los cuales buscar afinidad, vale la pena acrecentar los vínculos Sur-Sur, las relaciones entre países de Latinoamérica y el Caribe, el puente hacia África, hacia la India; también hacia Australia, la Polinesia y Nueva Zelanda. Compartimos con unos la cultura, con otros, el ser invisibles ante los países más poderosos del Hemisferio Norte.

La pandemia y la demolición de algunas barreras han permitido comunicarnos más

fluidamente. Los diplomáticos y diplomáticas, agregadas culturales o agregados de prensa, tienen en sus manos abrir espacios de atención en sectores de colaboración científica entre esos países. Notables resultan las experiencias escolares compartidas entre continentes, por ejemplo, midiendo y comparando la contaminación atmosférica.

Diplomacia por el bien de la ciencia

La diplomacia puede enseñarle de política a la ciencia. Esta puede ser ingenua desde el punto de vista político. La mirada diplomática podría contribuir a crear colaboraciones internacionales y nuevas redes de financiamiento para la actividad en ciencia, tecnología, innovación, creación. Esa mirada también podría disminuir la extrema competencia, la cual genera incentivos perversos, vacíos de conocimiento, precariedad laboral entre los talentos científicos y fuga de cerebros. Diplomáticos y científicas comparten una mirada global. Saben de la realidad actual de multipertenencia y diversidad; cada vez más trabajamos con el país abierto al mundo. Y esa apertura es multidisciplinar.

Las embajadas se han involucrado en el apoyo a iniciativas como el Congreso del Futuro, Puerto de Ideas, Festivales de la Ciencia, que tienen unidades de comunicación. Pero también apoyan a otras iniciativas, por ejemplo, los seminarios y simposios internacionales que organiza la ciencia, que enfatizan menos la comunicación. La diplomacia, en esos casos, podría aportar el énfasis comunicativo en tales programas.

Resulta importante el aporte de Japón, por ejemplo, a múltiples unidades académicas del país: especialmente en el estudio del océano, los sismos, los tsunamis y el cáncer gástrico, problemas que compartimos. Y, además, en astronomía.

Informada de los mecanismos de financiamiento de la ciencia, la diplomacia está en gran posición para hacer confluir fondos para el desarrollo de la ciencia a proyectos de nuestro país, tarea clave. Comunicar los concursos abiertos, hacer presente los requerimientos, celebrar los aportes, reforzará este puente vital.

No es sencillo estar vigilantes ante las variaciones de inversión en ciencia desde el Estado, las empresas privadas y los organismos multinacionales. Tener claridad sobre los estímulos económicos posibilita un mayor sustento de la ciencia y la diplomacia en ciencia.

La comunicación para la diplomacia

La diplomacia en ciencias requiere desarrollar el sentido de comunicación, de tal modo de no excluirla de su desarrollo. Así, reconociendo la enorme flexibilidad que ha adquirido la comunicación en el mundo contemporáneo, procurar analizarla, aprovecharla y evaluarla. La diplomacia en ciencias se desarrolla como área del conocimiento y merece ser objeto de investigación para categorizarla y crecer en ella.

La comunicación consigue ampliar la tarea de la diplomacia en ciencias hacia ambientes no tradicionales generando así inclusión y diversidad. La búsqueda que se da en la

ciencia, de igualdad de género e inclusión de la diversidad sexual, debería también extenderse al ámbito de la diplomacia. Incluso pueden resultar un puente entre diplomacia y ciencia. Lo mismo puede decirse de la inclusión de los pueblos originarios, cada vez más en la mira de la ciencia por su historia, sus territorios, sus aportes a las formas de existir y relacionarse con la naturaleza.

La actividad diplomática en ciencia se enriquecerá si quienes la ejercen están formados en el ámbito de la comunicación. Esto incluye no sólo los aspectos de comunicación presencial, o de los medios tradicionales, sino que también los aspectos de comunicación visual, multimedial, de redes sociales. El mundo virtual es un territorio donde desarrollar la diplomacia para la comunicación en ciencia.

La comunicación también es un arte, una técnica. Recién se desarrollan instancias de formación para la diplomacia en ciencia; más incipientes aún son las que abordan la comunicación en esta área. Desarrollar en los centros de formación el currículo para capacitar tanto a diplomáticos y diplomáticas, como a científicas, científicos y comunicadores, es una meta obligatoria. Afortunadamente, algunas entidades académicas han desarrollado cursos y seminarios en comunicación de la ciencia, con lo que contamos con territorio avanzado.

Chile en el siglo de la ciencia.

José María Maza Sancho[37]

Nuestra joven república ya no es tan joven; ha cumplido el bicentenario y es hora que redoblemos los esfuerzos por trabajar unidos en una carta de navegación que nos lleve, con nuestros mejores esfuerzos, a pasar a integrar el selecto club de los países de alto desarrollo. El afán desmedido por el "progreso económico" de la nación ha invisibilizado lo verdaderamente relevante: el desarrollo humano, la educación, la cultura, la ciencia, el saber, el arte. En Chile necesitamos aprender a hacer las cosas bien. No es que no sepamos, sino que se considera innecesario hacerlo siempre bien. Hay que fomentar la cultura de "lo bien hecho", lo hecho a tiempo, con puntualidad. Una reunión citada a las 9:00 no puede empezar después de las 9:05. Llegar a las 9:20 es faltarles el respeto a todos los otros convocados. Las reuniones deben ser de 9:00 a 9:30 o excepcionalmente de 9:00 a 10:00. No podemos perder el tiempo inútilmente. Tenemos que fomentar la lectura a todos los niveles. La palabra es esencial, debemos fomentarla en cantidad y en calidad. Hay que decir lo justo, con las palabras precisas, que no quepa ninguna duda de lo que se está afirmando. El deterioro del lenguaje debilita todo el andamiaje intelectual y social del país.

En los últimos sesenta años hemos sido testigos de un cambio post-copernicano del planeta. Hemos salido al espacio, con Yuri Gagarin, Gherman Titov, Valentina Thereshkova y tantos otros. El planeta Tierra se ha hecho pequeño. De la vuelta al mundo en 80 días de Julio Verne hemos pasado a la vuelta al mundo en 108 minutos de Gagarin. La tecnología nos ha traído el mundo a la casa. Hoy nos enteramos en forma casi instantánea de lo que está ocurriendo en cualquier rincón del mundo. Hace algo más de cincuenta años abandonamos nuestro planeta y caminamos sobre nuestro satélite, la Luna, con Niel Armstrong y Edwin Aldrin, del Apolo 11, en 1969. Fue efectivamente un gran salto para la humanidad. Hemos sido testigos privilegiados de cómo el ser humano ha ampliado sus horizontes. El desarrollo tecnológico, la electrónica, la computación, la telefonía personal, la televisión vía satélite, el Internet, el correo electrónico, la inteligencia artificial, etc. El sueño del presidente Kennedy de llegar a la Luna antes del fin de la década (los años sesenta) cambió todo. En Chile de 100.000 teléfonos fijos pasamos a 25 millones de dispositivos móviles. De dos canales de televisión pasamos a una docena. La televisión por cable, las comunicaciones aéreas nos han revolucionado el diario vivir.

[37] Profesor del Departamento de Astronomía, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Premio Nacional de Ciencias Exactas 1999.

La evolución del aeropuerto de Santiago da buen testimonio de aquello.

Sin embargo, cabe preguntarse cuanto de ese progreso "nos ha llegado" y cuanto lo hemos salido a buscar. Chile está hoy más inserto en el mundo que nunca. Las últimas novedades llegan hoy con apenas un ligero retardo en relación a Europa o los Estados Unidos. Nuestra economía está muy conectada con los grandes centros urbanos mundiales y por ello nuestras empresas están hoy trabajando para el mundo y los chilenos podemos gozar recíprocamente con bienes y servicios producidos en otras latitudes. Chile fue un país isla por un siglo y medio. Sólo se consumía lo aquí fabricado. Era necesario viajar al extranjero para conocer las novedades del mundo. Ahora "el mundo" está conectado con nosotros y nosotros con él. Súbitamente el planeta se empequeñeció.

Esta economía abierta con un fuerte intercambio de bienes, servicios y productos básicos está impulsada por la solidez de nuestra economía. Sin embargo, es muy necesario que tengamos una conexión país con los grandes centros culturales y científicos del mundo. No nos podemos quedar atrás en el desarrollo intelectual del planeta. Nuestras universidades tienen intercambios débiles con otros centros mundiales, pero como país hemos perdido o no hemos sabido aprovechar las oportunidades que existe para que el conocimiento fluya a nuestras latitudes. En un ambiente de híper competitividad las universidades chilenas no han sabido (o querido) hacer alianza entre ellas que nos permitan realizar esa conexión con el mundo. El conocimiento es universal. Áreas como la informática, la robótica, la automatización, la inteligencia artificial, el manejo de los datos, están en un constante desarrollo e innovación. Chile no entró en la revolución industrial de hace dos siglos. Tuvo una incipiente industrialización en tiempos del presidente Pedro Aguirre Cerda, con la Corfo y las iniciativas que de ella derivaron. Desgraciadamente la apertura económica frustró el desarrollo de esa precaria industria y ahora tenemos una economía basada principalmente en la exportación de materias primas, generalmente con muy poca elaboración.

El siglo XXI es la era del conocimiento y con ello la economía del conocimiento. Es el momento en que tenemos el imperativo de agregar valor a los productos nacionales. La era del extractivismo debe ser reemplazada por la economía del conocimiento, de exportar productos elaborados, productos que impliquen la participación de profesionales de alta calificación. Chile como parte de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) que reúne a 34 países del orbe, tiene una enorme deuda en su inversión en Investigación y Desarrollo (I+D). Chile invierte un magro 0,35% del Producto Interno Bruto (PIB) que lo sitúa en el penúltimo lugar cuando el promedio de inversión en I+D de la OCDE es de 2,4% y los países que se están desarrollando con más vigor invierten casi un 5% del PIB (Israel 4,95%, Corea del Sur 4,81%). Los países desarrollados invierten por sobre el 3% (Suiza 3,37%; Japón 3,26%; Suecia 3,34%; Austria 3,17%; Alemania 3,09%; Dinamarca 3,06%).

La inversión en I+D de Chile es extraordinariamente baja. Si se aumentara en un 20% la asignación para I+D (para ciencia y tecnología) por 12 años seguidos la inversión se multiplicaría por 8,91 lo que nos haría llegar a 3,12% del PIB. Eso nos acercaría a los países que apuestan por el desarrollo basado en el conocimiento. Estos números son los que corresponderían a un escenario donde la inflación anual es nula y el crecimiento del PIB también lo es. Asumiendo una inflación de un 3% y un crecimiento de un 2%, ese aumento de un 20% nominal sería solo de un 15% efectivo con lo cual el aumento sería de 5,35x llegando a 1,87%. Con un 15% efectivo se necesitarán 16 años ininterrumpidos para que la inversión en I+D crezca en 9,36 veces llegando a 3,28%.

La pregunta que uno debe hacerse es: ¿en cuánto tiempo queremos que Chile llegue a altos niveles de desarrollo? Si aumentamos en un 15% efectivo en 16 años, ahí y solo ahí podríamos pensar en disputar la batalla por el desarrollo en unos 20 años (una generación), tal vez 30 años, que sumados a los 16 estaríamos hablando de un mínimo de 46 años, eso es, en dos generaciones. Por ello, si nos apuramos, nos esforzamos, invertimos, mejoramos la educación, la investigación, etc. sólo tendríamos una chance de empezar a ver la luz del desarrollo al final del túnel en dos generaciones. Nuestros nietos empezarían a vivir en un país con un alto desarrollo humano. Si no nos apuramos, si no ponemos nuestros mejores esfuerzos hoy, esto no ocurrirá nunca. No es que se postergue en una o dos generaciones más, simplemente no ocurrirá. Chile seguirá condenado a estar en la mediocridad del planeta, como en un carrusel, subiendo y bajando, girando, pero siempre en el mismo sitio. Estamos en el máximo desarrollo que se puede alcanzar con un desarrollo humano tan bajo. En Chile se leen dos libros en promedio al año; en España, 9; en Canadá 17. En Chile tenemos un investigador por cada mil trabajadores. En la OCDE hay 10 investigadores; en Dinamarca, Corea del Sur y Suecia, 15. Tenemos que multiplicar por un factor de diez el número de investigadores en el país, lo cual va en línea con la necesidad imperiosa de aumentar por un factor semejante la inversión en I+D.

Este sentido de urgencia de estudiar más, de investigar más, de emprender más, debe permear todas las instituciones del estado. El país entero debe sintonizar con ese esfuerzo. Para una familia toma tres generaciones salir del analfabetismo. Para un país entero también toma a lo menos tres generaciones salir al desarrollo de los países cultos y plenamente integrantes de la sociedad del conocimiento. Para ello debemos mandar nuestros mejores jóvenes a estudiar a los mejores centros académicos del mundo. Debemos procurar atraer a nuestras universidades y a nuestras empresas a los mejores profesionales del mundo para con ello lograr elevar el nivel de todos y todas en el país. Vender materias primas y fomentar el turismo nos puede traer divisas al país y algo de prosperidad material. Sin embargo, solo con un país educado, con grandes universidades, con profesionales de nivel mundial, con grandes centros de formación técnica, con potentes

institutos de investigación asociados a las universidades, lograremos ir abordando en forma sustentable un desarrollo de nuestras ciudades y nuestras comunidades de modo de darle una vida mejor a todos y a todas.

Chile debe estar inserto al mundo no tan solo con tratados de libre comercio que hay que cuidar, preservar y aumentar, sino con acuerdos de colaboración técnica, científica y cultural. Conectar con el país la ciencia y la cultura de otras latitudes debería ser uno de los ejes principales de nuestra política exterior. Necesitamos con urgencia aprender a hacer muy bien cosas que se hace bien en otros países. Debemos buscar los contactos para que ese conocimiento se traspase a la brevedad a nuestras tierras. En el norte es la minería y la energía, en el centro es la agricultura y la vitivinicultura, en el sur puede ser la industria ganadera asociada con dos millones de cabezas de ovinos o la energía eólica. Tenemos cinco mil kilómetros de costa frente al Pacífico, la pesca, la desalinización del agua, la energía mareomotriz, la industria salmonera. Las oportunidades son enormes y muy diversas y tenemos que desarrollarlas todas, con celeridad. La economía del conocimiento no está esperando a que nos decidamos; la oportunidad es ahora. Tenemos que subirnos a ese desarrollo con un sentido de urgencia.

Estamos a punto, los seres humanos del planeta Tierra, de iniciar la conquista del planeta Marte. En cien o doscientos años habrá millones de personas viviendo en el planeta rojo. Ello cambiará la manera de abordar los problemas de la Tierra. El cambio climático, del cual somos responsables en una mínima parte requiere de la inteligencia de todos para ser detenido y eventualmente revertido. No hacer nada es un camino seguro a vivir una tragedia planetaria en cincuenta años. Como siempre los más afectados será los países con menos recursos. Por ello debemos apresurarnos para asegurar en primer lugar una independencia agro-alimentaria. La actual guerra en Ucrania es un llamado de atención que la alimentación debe estar garantizada. La pandemia de Covid-19 también nos reveló la fragilidad del país en insumos médicos. Así mismo nos demostró que gracias al conocimiento de nuestros especialistas en salud se fueron tomando las iniciativas que lograron aminorar el impacto en vidas humanas que nos dejó esa tragedia. Una vez más el saber nos hizo ver que el dinero no soluciona las cosas; puede proveer los medios, pero sin especialistas los hospitales no podían, ni pueden, funcionar. Los respiradores no pueden ser manejados por un médico sin una especialización adecuada. La historia nos está mostrando siempre la enorme importancia de los profesionales bien preparados, sin embargo, como país, no parece que lo valoráramos.

Chile es un gran país que tiene un cimiento muy sólido para que, sobre el podamos construir nuestro destino. Tenemos grandes profesionales, médicos, ingenieros, técnicos. Tenemos abogados y economistas. También tenemos grandes emprendedores. Tenemos buenas universidades y buenas empresas. Tenemos un excelente punto de partida que lo tenemos que potenciar en cantidad y en calidad. Estamos en la era de la información, que nos puede permitir entrar a la era del conocimiento y cuando

ello permee la sociedad toda, a la sociedad del conocimiento. Por ello es imperativo que Chile está conectado con el mundo no tan solo en lo relativo a los negocios y las oportunidades de libre comercio sino al conocimiento, a la educación, la cultura, el arte y la ciencia. Chile debe ser parte del desafío de ir a Marte. Ojalá nuestros nietos puedan decir con orgullo "llegamos" a Marte y no "llegaron" al planeta rojo.

Comunicar el conocimiento para acercarlo a la ciudadanía.

Pedro Bouchon[38]

Una parte esencial del quehacer de las universidades es la investigación y creación en todas sus formas y su transferencia a la sociedad. De hecho, las universidades son las entidades que concentran estas labores en nuestro país. Se trata de un desafío no menor, pues la investigación, y la innovación que se deriva de la aplicación de sus resultados, son la base del crecimiento económico sostenido y de la productividad de las sociedades avanzadas. Es la llamada sociedad del conocimiento.

Algunas características de las universidades complejas contemporáneas.

Es importante tener conciencia que un tema es producir conocimiento, y otro, ponerlo en valor a la sociedad, lo que puede realizarse a través de diversas vías. En las universidades complejas, la generación de conocimiento alimenta la enseñanza, siendo una vía natural para su transmisión. Así, ayudamos a comprender el entorno a las nuevas generaciones, para abordar los retos disciplinares e interdisciplinares que surgen, abriendo posibilidades de desarrollo futuro y permitiéndonos anticipar desafíos.

En este contexto, surge la especialización en materias específicas a través de grados superiores, como los de magíster o doctorado. Esto es de larga data. Como señalan Santelices & Bouchon (2018), se comienza a materializar en el siglo XVII con la creación del doctorado en filosofía, mientras que la investigación científica se incorpora como una función de importancia en el trabajo universitario a fines del siglo XVIII (Rüegg, 2004; Clancy y Dill, 2009; Brünner, 2010). Por otro lado, si bien el Magister en Artes surge en las universidades medievales como título habilitante para la enseñanza, el Magister -otorgado como segundo grado por realizar estudios avanzados en una disciplina particular- surge a partir de la segunda mitad del siglo XIX (Katz, 2005). Mientras que, en las primeras décadas del siglo pasado, y ante los acelerados avances de la ciencia y la tecnología que volvían obsoletos los conocimientos profesionales o laborales adquiridos, surge la educación continua (Fernández, 1999). En 1990, la UC empieza a dictar programas de Educación Continua y en 1997, nace la Red Universitaria de Educación Continua de América Latina y Europa (RECLA).

La investigación se disemina tradicionalmente a través de publicaciones científicas, libros, capítulos de libro, presentaciones en congresos científicos y seminarios, los cuales permiten comunicar los avances del estado del arte de las

[38] Vicerrector de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

ciencias. Los indicadores asociados, como el factor de impacto de las revistas en que se publica (media del número de veces que se cita un artículo publicado en dicha revista) o el número las citas de los artículos publicados, si bien son los más utilizados para evaluar la calidad de la investigación, en la última década ha aumentado el interés por enriquecer la forma de evaluar los resultados de investigación, diversificando la forma de medir su impacto (Bouchon et al., 2021). En el Reino Unido, el marco de referencia *Research Excellence Framework* entiende el impacto como cualquier efecto, cambio o beneficio para la economía, la sociedad, la cultura, las políticas o los servicios públicos, la salud, el medio ambiente o la calidad de vida, más allá de la academia (REF, 2015). Por otro lado, se han desarrollado métricas alternativas como *Altmetrics*, concepto que mide la influencia del trabajo científico dentro de los nuevos contextos digitales, sociales y de información, o el marco conceptual DORA (*San Francisco Declaration on Research Assessment)*, a través del cual se busca evaluar el impacto más allá de las publicaciones, a través de indicadores que buscan medir el impacto en la sociedad o en políticas públicas. De esta forma, estas nuevas aproximaciones buscan comprender, reconocer y visibilizar el impacto de la investigación mediante indicadores complementarios a los tradicionales, como las veces en que un escrito es visto en un espacio *web*, se ha descargado, se ha referenciado en *blogs* y medios sociales como *Facebook* y *Twitter*, la aparición en prensa, las veces que ha sido marcado como favorito o guardado entre las referencias de un gestor de bibliografía, entre muchos otros. Estas nuevas mediciones acogen de mejor forma los diversos resultados que se generan en las ciencias sociales, artes y humanidades, incluyendo la creación y las prácticas artísticas como una forma de generación y creación de conocimiento.

El énfasis referido, que busca medir el impacto que genera la investigación y la creación en forma amplia, alimenta la tercera misión de la universidad, aquella que en adición a las misiones académica y de investigación, da cuenta de la transferencia del conocimiento generado a la sociedad. Incluye aspectos como la responsabilidad social universitaria; la extensión, a través de actividades de diseminación artística y cultural; así como la vinculación con la industria, por medio de la transferencia del conocimiento generado, la generación de start-ups, entre otros. Esta actividad se sustenta fuertemente a través de la instalación de capacidades de alto estándar al interior de las universidades, mediante direcciones de vinculación con el medio, servicios tecnológicos a los aparatos productivos, oficinas de transferencia tecnológica, incubadoras de empresas o centros de innovación que permiten inspirar, conectar y orquestar a los diversos actores de la academia, el Estado y el mundo privado, en franco diálogo con la sociedad civil.

En efecto, la transferencia del conocimiento generado al interior de las universidades es una práctica sistemática en la última década en nuestro país. La Dirección de Transferencia y Desarrollo de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Católica

fue creada en 2014, mientras que el Centro de Innovación UC Anacleto Angelini fue inaugurado ese mismo año. Realmente, costaría imaginar la Universidad en la actualidad sin ambas institucionalidades. Gracias a estas capacidades las invenciones salen del espacio académico para ser utilizadas por quienes se encuentren interesados en ellas, ya sea empresas, organizaciones no gubernamentales o agencias públicas, y de esta forma, por ejemplo, proveer vacunas para el ataque de un virus, soluciones antisísmicas para la edificación de construcciones más seguras, mobiliario para estimular la educación pre-escolar, o tecnologías para aumentar la vida útil de los alimentos para llegar a mercados lejanos, así como desarrollar un manejo eficiente de inventarios gracias a la robótica y la inteligencia artificial, entre un sinnúmero de soluciones escalables y de impacto global.

Uno de los grandes desafíos de Chile es lograr un mayor involucramiento del sector empresarial en la transferencia de conocimiento, siendo uno de los factores que influye en esta situación la estructura del sistema económico nacional, poco diversificado y con foco en la extracción de recursos naturales. No se puede desconocer que ciertos procesos industriales se han sofisticado gracias a una mayor investigación y desarrollo, si bien sigue existiendo una baja competencia en los sectores de producción primaria y servicios, con una consecuente escasez de incentivos para innovar. Es importante destacar, sin embargo, que la brecha entre ambos mundos se ha reducido esta última década, producto de una mayor conciencia de la rápida obsolescencia que afecta prácticamente a todas las áreas de negocio, obligando a empresas a buscar aliados para ayudarles en estos procesos, lo que es facilitado por la instalación de capacidades en las universidades y promovido a través de incentivos estatales (Bouchon et al., 2021).

Subsiste, no obstante, otro desafío primordial para poder avanzar hacia una sociedad del conocimiento: el ser capaz de traducirle apropiadamente a la sociedad el valor del conocimiento como plataforma de prosperidad, desarrollo y autonomía. Esto significa, acercar el conocimiento a la ciudadanía, con el objeto de que las personas comprendan y valoren el rol de la ciencia y la creación en la sociedad.

Comunicación del conocimiento

"Aunque las personas pueden decidir no hacer ciencia, no pueden decidir ignorarla. Los productos de la ciencia impregnan sus vidas" (Fischhoff, 2013). Por cierto, celulares y telefonía móvil de cuarta o quinta generación, medicamentos y tratamientos cada vez más eficientes y personalizados, inteligencia artificial que dirige nuestros automóviles y que revela nuestras preferencias en las más diversas plataformas, robots que asean la casa, alimentos con propiedades funcionales específicas, entretención digital instantánea con recomendaciones precisas insospechadas y muy acertadas, son parte de nuestra vida diaria. Y, por cierto, la lista de lo que ya viene en camino con distintos fines, es abultada: desde la computación cuántica al metaverso, pasando por la masificación de energías renovables, la robotización y la nanotecnología, por

nombrar sólo algunas. Es por esto que, como señala Irwin (2008), "La ciencia es central en el mundo moderno. El conocimiento de la ciencia es un activo democrático, personal y cultural. Mejorar la comunicación de la ciencia es, por ende, vital". Resulta evidente entonces, que, si las universidades generan la mayor parte del conocimiento, también tengan la responsabilidad de ponerlo en valor en la sociedad.

Los esfuerzos por divulgar el conocimiento han existido en paralelo a los avances de la propia ciencia moderna, aunque estos se han ido profesionalizando en las últimas décadas. En 1985, la *Royal Society* o, para ser más precisos, la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural, presentó el reporte "El entendimiento público de la ciencia"[39], más conocido como el reporte Bodmer, por el apellido del genetista que lideró la iniciativa (Council of the Royal Society, 1985). El texto realiza una serie de recomendaciones a la comunidad científica, al sistema educacional, a los medios de comunicación, a la industria, al gobierno y a los museos "porque las personas necesitan algún entendimiento de la ciencia". Surge así el Comité para el Entendimiento Público de la Ciencia (COPUS), una alianza de la *Royal Society* con otras instituciones, que otorgaba financiamiento para una diversidad de proyectos de divulgación de la ciencia.

En paralelo, este movimiento de valorización de la comunicación de la ciencia toma fuerza global. En 1992, se realiza en Tokio (Japón), la primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos (WCSJ, por sus siglas en inglés), lo que da cuenta de la profesionalización en esta materia. Sin embargo, tomaría una década más -y en el marco de la tercera WCSJ en Brasil- para que se formara la Federación Mundial de Periodistas Científicos, de la cual hoy forman parte 66 asociaciones de periodistas que representan a 10 mil profesionales. Nuestro país forma parte de la federación a través de la Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia, Achipec, entidad fundada en agosto de 1976. Tras 20 años sin realizarse en Latinoamérica, en marzo próximo se celebrará la 12ª WCSJ en Medellín, Colombia.

Bastante agua pasa bajo el puente, COPUS cierra sus puertas en 2002. En su última publicación afirma: "Hemos concluido que el enfoque *top-down* (en este contexto, desde el investigador al público) que COPUS ejemplifica actualmente ya no es apropiado para la agenda más amplia que la comunidad de comunicación de la ciencia está abordando ahora" (Short, 2013)[40]. Desde entonces, diversos modelos de comunicación de la ciencia han ido surgiendo, cada vez más participativos e inclusivos, considerando los distintos públicos y sus contextos.

Comunicando el conocimiento en la UC

La comunicación de la ciencia ha sido un componente importante en el quehacer de

[39] https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/1985/10700.pdf

[40]https://www.researchgate.net/publication/255712425_The_public_understanding_of_science_30_years_of_the_Bodmer_report

la Universidad Católica. En sus aulas se formó uno de los padres del periodismo científico, Hernán Olguín (1949-1987), y es en Canal 13, en ese entonces de la Universidad Católica, que él crea en 1983 la serie "Mundo", programa que comentaba los avances científicos y tecnológicos, único en su tipo en la época. Comunicar el conocimiento sigue siendo un desafío. Según la 2ª Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en Chile 2018-2019 (estamos *ad portas* de contar con una tercera versión), el 76% de la población chilena piensa que está poco o nada informado sobre temas de ciencia, cifra que baja a un 65% en temas sobre tecnología. Esto, aun cuando un 81,5% piensa que la ciencia y la tecnología traerán bastante o muchos beneficios.

En este contexto, es natural que las universidades cuenten con entidades que busquen acercar la producción académica a la sociedad, también conocidas como unidades de vinculación con el medio. En el caso de la Universidad Católica, este ámbito es fuertemente abordado por la Vicerrectoría de Comunicaciones y Extensión Cultural (VRCEC), creada el 26 de diciembre de 1967, bajo la rectoría del arquitecto Fernando Castillo Velasco. Bajo ella, entre otras, se encuentra la Dirección de Comunicaciones, la cual elabora y ejecuta la política de comunicaciones de la Universidad, así como la comunicación de las actividades internas y de las investigaciones de la UC, y la Dirección de Extensión Cultural, cuya misión es ayudar a que la Universidad fortalezca su compromiso con la sociedad, a través de una oferta cultural de excelencia que fomente los valores de la Universidad, sus potencialidades académicas y los requerimientos de la comunidad. Dentro de este marco se encuentra Ediciones UC, sello editorial de la Universidad, creado con el objetivo de prestar servicio editorial de apoyo a la docencia, la investigación y la creación literaria realizada en la Universidad y a la publicación de obras de la literatura general, lo que constituye un conducto fundamental para acercar el conocimiento tanto a un público especialista como general. Asimismo, resalta el programa Biblioteca Escolar Futuro, en el cual, a través de la creación de bibliotecas escolares y la generación de espacios, tanto en los cinco campus de la UC, como en 16 localidades desde Puerto Williams a Alto Hospicio, se desarrollan actividades culturales y académicas dirigidas a los estudiantes y a su entorno: familias, profesores y mediadores de lectura.

El esfuerzo de comunicar la ciencia debe ser transversal, y debe contar con diversas capas para ser efectivo, y producir el estado de alerta perseguido, y en el caso de Chile, el cambio cultural anhelado. Esto parte por relevar su importancia a nivel institucional, y debe comenzar por un compromiso férreo desde la máxima autoridad. En el caso de la Universidad Católica, este ámbito aparece de manera explícita en el Plan de Desarrollo 2020-2025[41], en cuyo contexto se crea la Unidad de Divulgación de la Ciencia

[41] https://www.uc.cl/site/assets/files/12109/plan-de-desarrollo-2020-2025-investigacion-y-creacion.pdf

dependiente de la Vicerrectoría de Investigación, en estrecho trabajo con la VRCEC, junto a las diversas unidades académicas.

Esta estructura está orientada a facilitar el intercambio, la divulgación, integración y apropiación social de la ciencia y de su lenguaje, con el fin de acercar el conocimiento a la población, para que las personas comprendan y valoren el rol de la ciencia en la sociedad, facilitando el acceso a los principales avances y desafíos en los distintos campos del conocimiento.

En este contexto, ha surgido una gran diversidad de actividades de divulgación de la ciencia. Entre ellos se puede destacar el ciclo "Cientifica la UC", de la Dirección de Investigación (ver imagen 1), el cual difunde la investigación que se realiza en la Universidad, mediante actividades para todos los públicos, incluyendo escolares, jóvenes y adultos, tanto dentro como fuera de la Universidad, y gracias a las plataformas digitales, también fuera de Chile.

Imagen 1: Video mapping de imágenes de microscopía en la fachada del Centro de Innovación UC Anacleto Angelini como parte de la iniciativa Cientifica la UC de la Vicerrectoría de Investigación de la UC. Crédito imagen: César Cortés.

Esta iniciativa se inspira y complementa la iniciativa "Artifica la UC", de la Dirección de Arte y Cultura, la cual, en armonía con las nuevas tendencias del quehacer universitario y la convicción de que las distintas disciplinas académicas se deben intersectar y complementar para enriquecer la búsqueda de fronteras en el conocimiento, convoca a académicos de las artes, de otras áreas y a funcionarios, a crear

proyectos que promuevan el desarrollo artístico que desafíen los límites y que generen espacios de sinergia y permeabilidad disciplinar, a través de iniciativas de diseminación como "Artifica tu casa", gracias a la penetración de la virtualidad, y "Artifica tu barrio", con el fin de tener un contacto próximo con diversas comunidades.

Es importante destacar que estas iniciativas han incluido preferencialmente en sus últimas versiones a las personas mayores con la iniciativa 60+, un público generalmente olvidado por la divulgación científica (Gibaja, 2018). En el ciclo Cientifica 60+ destacan las iniciativas Arrecife Hiperbólico y Problemas de Fermi, ambas realizadas en alianza con la Facultad de Matemáticas, unidad reconocida en diseminar y acercar a la población joven a través de su reconocido taller de Razonamiento Matemático para escolares. Arrecife Hiperbólico une ciencia y arte, y se inspira en la iniciativa mundial "The Sydney Hyperbolic Crochet Coral Reef", que consiste en graficar un modelo matemático por medio de arrecifes a crochet. La obra realizada por las alumnas (ver imagen 2) será exhibida en el Museo de Artes Visuales, MAVI UC, como resultado concreto y fuente de inspiración.

Imagen 2: Arrecife hiperbólico, resultado del taller Cientifica 60+ de la Vicerrectoría de Investigación UC junto a la Facultad de Matemáticas que nace de la comprensión de la geometría hiperbólica de los corales. Crédito imagen: Karina Fuenzalida.

Estas actividades, complementan diversas iniciativas que buscan acercar el conocimiento a la sociedad desde múltiples ámbitos, utilizando como plataforma la Universidad, los Centros de Extensión y las plataformas audiovisuales. Destaca Media UC, junto al canal de YouTube UC, y la reciente reaparición en televisión por Cable, a través del Canal 13C, mediante la exhibición de programas como "Hablemos de Chile" y "Testigo Futuro", espacio que profundiza en la contribución a Chile que han realizado académicos y académicas de

la institución mediante la investigación y la docencia.

Estos esfuerzos se unen al trabajo realizado por las distintas unidades académicas para divulgar el conocimiento generado en distintos formatos, y se refuerza con lo realizado por académicos y académicas, investigadores y estudiantes, en el marco de los proyectos de investigación que realizan, que muchas veces, además lo exigen. Destaca en este ámbito por ejemplo el concurso Tesis en 3 Minutos UC (3MT® UC), en el que, desde hace una década, estudiantes de doctorado presentan lo central de sus investigaciones de tesis, en solo tres minutos y en inglés, a una audiencia amplia y diversa. También resaltan diversas actividades extra-curriculares que dotan a estudiantes e investigadores de herramientas conceptuales, prácticas y orales, para impulsar desarrollos que surgen de la investigación y la creación, como el programa Jump Chile, enfocado en estudiantes de Educación Superior de Chile y Latinoamérica, que busca formar una nueva generación de emprendedores, o el programa Brain Chile, para la aceleración de emprendimientos de base científico-tecnológica que ya cuenten con resultados de laboratorio o desarrollo de prototipos.

Ciertamente, hay avances significativos que nos ayudan a movilizar a la población hacia una sociedad del conocimiento, en alianza con otras universidades, el Estado y el mundo privado, a lo largo del territorio. Sin embargo, es necesario reforzar y sistematizar aún más estas acciones. De ahí la relevancia del desarrollo de una Iniciativa UC de Comunicación del Conocimiento, que una al esfuerzo desplegado por la Unidad de Comunicación de la Ciencia, el de la enseñanza y la investigación de su comunicación. Este nuevo Programa para la Comunicación de la Ciencia, será un segundo pilar sustantivo de la Iniciativa UC de Comunicación del Conocimiento, y buscará generar programas de docencia que formen a estudiantes de pre y post grado, académicos e investigadores en habilidades personales y en el desarrollo de iniciativas mediáticas, museográficas y otras, dirigidas a educar y comunicar las ciencias, las artes y las humanidades, junto con el desarrollo de investigación para lograr una educación y comunicación eficaz y comprehensiva de la ciencia.

Estas iniciativas son necesarias para dotar a nuestra comunidad de competencias que permitan acercar el saber a las personas y de ponerlo en valor en la sociedad, con pertinencia y elocuencia, y también son instrumentales para promover el desarrollo de mejores políticas públicas, promoviendo una cultura que impulse el rol de la evidencia y del conocimiento en las distintas iniciativas. En este contexto, es importante destacar el proyecto Vincula, que impulsa la UC junto a la Universidad de Concepción, en cooperación con otras 10 universidades, el Senado, la Cámara de Diputadas y Diputados y la Biblioteca del Congreso Nacional, y tiene por misión impulsar el intercambio de conocimiento entre investigadores, académicas y académicos y los miembros del Congreso, para beneficio de ambas comunidades, contribuyendo a la calidad y legitimidad del proceso de formación de la ley.

El conocimiento que las universidades generamos en nuestras aulas, talleres y laboratorios debe llegar a la sociedad. Es un imperativo ético del todo vinculado con nuestro compromiso público con nuestro país. Ese conocimiento puede llegar de la forma de un audiovisual, un libro para niños, un conversatorio, una columna de opinión, una clase práctica, un proyecto de ley, o incluso como una sesión de crochet. Para ser efectivo, se debe primero que todo adquirir conciencia, y junto con ello diseñar iniciativas que instruyan, acompañen y perfeccionen las habilidades para comunicar, generando los incentivos institucionales adecuados con el fin de lograr acercar el saber a las personas y ponerlo en valor en la sociedad.

En estos procesos transformadores y culturales, también la diplomacia puede contribuir puesto que la ciencia, el conocimiento, la tecnología y la innovación son todos temas que integran una agenda de política exterior, con perspectiva de futuro. Ello implica entender cómo lo científico está moldeando, de manera creciente, la sociedad del futuro y cómo eso impacta en la formación de las nuevas generaciones de diplomáticas y de diplomáticos. La ciencia, igualmente, profundiza una dimensión de poder y de internacionalización necesaria de asumir.

Posicionar a Chile en estos escenarios es una responsabilidad de Estado que debe unir a actores tanto públicos como privados. Allí, la diplomacia científica puede coadyuvar, estimulando nuevas formas de diplomacia y de paradiplomacia que acerquen la ciencia a la sociedad. Apreciamos que la Academia Diplomática esté interesada en reflexionar con diversos actores para comprender y comunicar el conocimiento, su alcance social y cultural y, por consiguiente, los desafíos que ello plantea a nivel nacional y de la humanidad.

Referencias

- Bouchon, P., Boisier, M.E. & Ossa, A. (2021). Desarrollo y financiamiento de la ciencia y la innovación. En: Ideas en educación III: Evolución de una reforma. I. Sánchez. Santiago: Ediciones UC. Capítulo 21.

- Brunner, J. J. (2010). El lugar del mercado en el presente y el futuro de la educación superior chilena. Santiago, Chile: Estudios Sociales / Corporación de Promoción Universitaria, 118, 11-63.

- Clancy, P. y Dill, D. (2009). The Research Mission of the University: An Introduction. En P. Clancy y D. Dill (Eds.), The Research Mission of The University: Policy, Reforms and Institutional Response. Rotterdam, Boston, Taipei: Sense, 3-20.

- Council of the Royal Society (1985). The Public Understanding of Science. Londrs: Inprint of Luton Limited. Recuperado de: https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/1985/10700.pdf

- Fernández, N. (1999). Surgimiento y evolución de la educación continua. Artículo de apoyo para los cursos de

educación continua de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Recuperado de: http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/275/Publica_20130321235712.pdf

- Katz, P. (2005). Retrieving the Master's Degree from the Dustbin of History. A Report to the Members of the American Historical Association. Recuperado de: https://www.historians.org/about-aha-and-membership/aha-history-and-archives/historical-archives/retrieving-the-masters-degree-from-the-dustbin-of-history-(2005)

- Fischhoff, B. (2013). The sciences of science communication. Psychological and Cognitive Sciences, 110 (supplement_3) 14033-14039. Recuperado de: https://doi.org/10.1073/pnas.1213273110

- Informe final. Segunda encuesta de percepción y apropiación social de la ciencia y la tecnología en Chile (2019). Centro Microdatos del Departamento de Economía de la Universidad del Chile. Recuperado de:https://api.observa.minciencia.gob.cl/api/datosabiertos/download/?handle=123456789/301117&filename=Informe_final_del_estudio_EPSCT_2018.pdf

- Irwin, A. (2008). Moving forwards or in circles? Scientific communication and scientific governance in an age of innovation. En: Investigating Science Communication in the Information Age: Implications for Public Engagement and Popular Media. Holliman, R. et al. Oxford: Oxford University Press, 3-17. Recuperado de: https://research.cbs.dk/en/publications/moving-forwards-or-in-circles-scientific-communication-and-scient.

- REF (2015). The nature, scale and beneficiaries of research impact: An initial analysis of Research Excellence Framework (REF) 2014 impact case studies. Re- search Report 2015/01. London, UK: King's College London and Digital Science. Recuperado de https://www.kcl.ac.uk/policy-institute/assets/ ref-impact.pdf

- Rüegg, W. A. (2004). A history of the University in Europe (Vol. III. Universities in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries 1800-1945). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

- Santelices, B. & Bouchon, P. (2018). Desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. En: Ideas en educación II: Definiciones en tiempos de cambio. I. Sánchez. Santiago: Ediciones UC. 647-684

Hacia una estrategia nacional de comunicación pública de la ciencia en Chile

Bernardita Skinner[42] *& Elías Barticevic*[43]

Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia (ACHIPEC)[44]

RESUMEN

No cabe duda que la ciencia es medular en el desarrollo de los Estados modernos, los ciudadanos lo han vivido en carne propia durante la pandemia del COVID 19. El conocimiento es para la sociedad contemporánea lo que fue la religión para el medioevo, pues modela nuestras prácticas sociales, crea lenguaje y se relaciona con la estructura social, asesorando la gobernanza de lo público. En ese contexto, desarrollar una estrategia nacional de comunicación pública de la ciencia en Chile, debe ser una prioridad del Estado. Pero se debe hacer de manera participativa, descentralizada e incorporando la perspectiva de género en su desarrollo. ACHIPEC ha llevado a cabo diversas iniciativas para avanzar en esa dirección. Pero hay también desafíos a nivel país que abordar, como es la incorporación de una agenda internacional de CTCI, bajo los parámetros de la diplomacia científica.

Introducción

La ciencia y la tecnología son centrales en el modelamiento de la sociedad moderna, tal como la religión lo fue en la configuración de la sociedad medieval. Como lo expresa muy bien el sociólogo Claudio Ramos[45], dada la relevancia de la ciencia, es crucial para la sociedad moderna indagar sobre su constitución práctica y su capacidad performativa, así como su entretejimiento co-constitutivo con la organización social, siendo relevante para comprender la conexión del saber científico con la gobernanza (en el sentido del filósofo Michel Foucault, en relación a que todo saber significa poder; y que todo poder es un saber específico).

Ello, probablemente como nunca en la historia de la humanidad, las sociedades contemporáneas lo palparon en carne propia en los últimos años. Con fecha 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calificó como pandemia global el brote de COVID-19, una enfermedad infectocontagiosa causada por

[42] Periodista, académica del Departamento de Estudios Territoriales y Diálogos Interculturales, de la Facultad de Ciencias Sociales, de la Universidad de Playa Ancha; y Secretaria de la Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia (ACHIPEC)

[43] Periodista y Licenciado en Comunicación Social; Magister© en Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, e investigador del Instituto Antártico Chileno; y actual Director de la Zona Sur Austral de ACHIPEC.

[44] ACHIPEC es una asociación gremial que busca promover la comunicación científica en el país; incentivar el trabajo interdisciplinario y fomentar la diversificación de medios, herramientas y estrategias para la comunicación de las ciencias naturales y sociales, así como de las humanidades. Sus 135 sus socias y socios trabajan en distintos medios, instituciones y plataformas, y están conscientes del valor del trabajo en red para potenciar sus acciones. Entienden que en un mundo cambiante y con multiplicidad de voces es vital la colaboración y el aprendizaje horizontal. ACHIPEC nació en 1976 al alero del Colegio de Periodistas de Chile, y está conformada legalmente desde noviembre de 2015.

[45] Ramos, C. (2012). El ensamblaje de ciencia social y sociedad: conocimiento científico, gobierno de las conductas y producción de lo social. Ediciones Universidad Alberto Hurtado. Santiago de Chile.

el SARS-CoV-2 (en inglés, Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2). En ese contexto, los países han debido extremar las medidas de prevención para evitar la propagación del virus.

Como un hierro candente, la pandemia del COVID-19 ha marcado a millones de personas a nivel global. Por ejemplo, vivieron personalmente la metáfora de la sociedad del conocimiento. El consumo de información científica se hizo vital. La producción de noticias sobre enfermedades respiratorias, medicamentos, virus y/o microbiología, se multiplicó por miles, con el fin de guiar las acciones del día a día; y así contener el avance del SARS-CoV-2. La ciencia dejó de ser un privilegio de intelectuales y se volvió un bien público, transformándose, de la noche a la mañana, en un eje fundamental del diario vivir de las personas, al entregar pautas, una semántica, interpretando la realidad y modelando nuestras prácticas sociales; y, por cierto, al ejercer un rol clave guiando al poder político y a los tomadores de decisión, en un contexto de crisis global.

Asumiendo la subjetividad de la expresión, podemos suponer que las sociedades que enfrentaron mejor esta crisis, fueron aquellas que tenían un ecosistema de ciencia, tecnología y conocimiento robusto, desarrollado y con altos niveles de vinculación con la organización social. Pero por sobre todo, con ciudadanos poseedores de un gran capital cultural, capaces consumir e interpretar datos; y llevar un mayor control de su propia salud; y, por qué no decirlo en forma destacada, con gran entendimiento del rol de la ciencia, la tecnología y el conocimiento, en el devenir de la sociedad y de sus propias vidas. En ese contexto, el funcionamiento de la democracia (en su más amplia acepción), el impacto de las medidas de salud pública; y las decisiones en el ámbito de la investigación, tuvieron un gran aliado, la participación responsable e informada de las y los ciudadanos.

Dicho de otra forma, la comprensión de las implicancias de los problemas –socioambientales, de salud pública y las desigualdades sociales y/o el acceso a bienes públicos, entre otros- en nuestra civilización, dependerá de cuánto comprendan las instituciones públicas y privadas que no es suficiente informar, sino que también es fundamental incluir a la población en la toma de decisiones sobre materias del desarrollo del conocimiento, la ciencia y la tecnología en el país.

En la Declaración Universal de Derechos Humanos, la Asamblea General de las Naciones Unidas, expresa: "*Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten*" (Art. 27.1, 1948). Así lo hemos entendido en la Asociación Chilena de Periodistas y Profesionales para la Comunicación de la Ciencia (ACHIPEC), por lo que estamos empeñados en desarrollar una diversidad de acciones y actividades que permitan al país promover una mayor cultura de valoración y entendimiento por parte de las personas y la sociedad en su conjunto, respecto del rol de la comunicación social y del periodismo, en la tarea de desarrollar una comprensión

crítica del avance del conocimiento en general.

Problematizar el concepto

El concepto de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación (ASCTI) lleva ya un par de décadas utilizándose en Latinoamérica, siendo declarado por varios países como un objetivo de sus respectivas políticas científicas.[46] Este término se diferencia de la divulgación al cambiar el enfoque en cuanto a cómo se considera a la ciudadanía, ya no como mero receptor, sino como un interlocutor reflexivo, con un entorno y contexto propio. Se habla de una resignificación y participación de los públicos.

Según la definición dada por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencias de Colombia[47], la ASCTI es "un proceso intencionado de comprensión e intervención de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, construido a partir de la participación de los diversos grupos sociales que generan conocimiento (...). Posibilita el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento" e implica trabajo colaborativo y acuerdos a partir de los contextos e intereses de los involucrados.

La apropiación se asocia más bien a otras definiciones como la democratización del conocimiento y la creación de una cultura científica. Sin embargo, no basta con declararlo, y su uso en el contexto latinoamericano no ha estado exento de revisiones ya que, si bien, "se utiliza para dar cuenta de posicionamientos críticos frente a modelos deficitarios de la relación de la ciencia con el público, que han sido frecuentes en la región, se ha señalado también su uso ambiguo o retórico en las políticas públicas y en la literatura sobre el tema".

El derecho a la apropiación del conocimiento, a través de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología, conforma un espacio de gran importancia para el desarrollo de la sociedad. Ello tiene como objetivo fundamental el logro de una educación social en ciencias e investigación que contribuya a la toma de decisiones desde la ciudadanía y que, además, ésta juzgue del modo más objetivo e informado posible en relación a las circunstancias complejas. Todo esto considerando, por ejemplo, las dificultades preponderantes en materias de salud y medio ambiente, donde los actores involucrados, tanto medios de comunicación, políticos, científicos, sociedad e instituciones, son considerados como áreas que deberían trabajar en conjunto y desde sus respectivos roles. Lo anterior, sin ignorar las reales funciones y expertise de estos sectores involucrados para la obtención de una comunicación científica rigurosa, equitativa y accesible.

[46] Lozano, M.; Mendoza T., M.; Rocha, F. y Welter, Z. (2016). La Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación (ASCTI): políticas y prácticas en Chile, Colombia, Ecuador y Perú. TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 8(15), 25-40.

[47] Lozano, M.; Maldonado, O. (2010). Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Grupo de Apropiación Social del Conocimiento. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencias de Colombia. Colciencias. Primera Edición, Septiembre.

Ello, asimismo, requiere apuntar a un modelo de diálogo entre los actores responsables y la comunidad, en el cual esta última se vea en la necesidad de debatir ante temáticas científicas graves que le involucren y repercutan en sus vidas. Por lo tanto, la apropiación del conocimiento, de la ciencia y la tecnología es altamente relevante para que la ciudadanía de manera equitativa se beneficie de los avances, participe y se involucre críticamente; y potencie la curiosidad para avanzar hacia un desarrollo sustentable de la vida colectiva y del planeta.

En ese contexto, quienes toman decisiones a nivel gubernamental son un factor clave para complementar la labor de comunicar en cualquier área de la ciencia, la tecnología y el conocimiento. El rol del Estado debe ser garantizar una apropiación pública del conocimiento, la ciencia y la tecnología, haciéndolo accesible para toda la ciudadanía de forma igualitaria, descentralizada y rigurosa, a través de diversas instancias que permitan abrir espacios para la comunicación social en este ámbito. Entre ellas podemos mencionar, la legislación en materia de comunicación científica, el financiamiento para la comunicación de la ciencia e investigación, la implementación de espacios que permitan el diálogo entre ciencia y ciudadanía; asegurar la veracidad de la información científica e incluir a los actores involucrados en los procesos legislativos que involucren a la comunicación pública de la ciencia.

Cabe recordar que en el reciente proceso constituyente, ACHIPEC presentó -liderado por el Director de la Zona Sur Austral, Elías Barticevic- una Iniciativa Popular de Norma denominada *"Derecho a la apropiación pública del conocimiento, la ciencia y la tecnología"*, para garantizar que todas las personas accedan en condiciones de igualdad a la comunicación pública de los beneficios, el progreso y las aplicaciones de estos bienes, a través de instituciones del Estado responsables de llevar a cabo políticas públicas, con el fin de crear una ciudadanía consciente de este derecho, de las responsabilidades de enfrentar la desinformación y del uso del conocimiento para el bien común.

Luego se hizo llegar este proyecto a la comisión Nº 7 sobre Sistemas de Conocimientos, Culturas, Ciencia y Tecnología, Artes y Patrimonios, incorporando los principios de esta propuesta a la norma sobre esta materia en el proyecto de constitución que se presentó a la ciudadanía.

Estrategia nacional

Los periodistas científicos y profesionales de la comunicación social de la ciencia celebraron el 2018 la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Se sabe que desde sus inicios ha dado especial relevancia a la apropiación social del saber científico, por medio de la división Ciencia y Sociedad y la plataforma Ciencia Pública, entre otras acciones.

Dada la madurez del ecosistema de CTCI en Chile, ACHIPEC cree que llegó el momento de desarrollar una Estrategia Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia, diseñada por medio de metodologías

participativas, con elementos identitarios territoriales y descentralizados; articulando actores públicos y privados; e incorporando la perspectiva de género en su puesta en marcha. Debe promover una relación abierta entre la ciencia y la sociedad, sustentada en la comunicación crítica de las aplicaciones y los beneficios de la ciencia, el conocimiento y la tecnología. El propósito general debe ser crear una instancia de mejor coordinación de las actividades de comunicación pública de la ciencia a nivel nacional, con el fin de aumentar el grado de consciencia de la ciudadanía sobre los temas científicos de interés local. Una estrategia nacional debe apuntar a fortalecer la idea de que, para alcanzar plenamente los beneficios sociales, económicos y ambientales de la inversión que el gobierno hace en ciencia e investigación, es fundamental comunicar y comprometer a la comunidad en el desarrollo del conocimiento en general.

Este año, ACHIPEC ha participado en la planificación y organización de actividades y acciones que aportan hacia el objetivo de proponer al Estado una Estrategia Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia.

Así, desde la asociación se están desarrollando acciones conjuntas que no solo buscan articular instancias colectivas y de colaboración, sino que también de reflexión sobre desafíos en materia de comunicación de la ciencia; y apoyo a profesionales, tales como el Science Journalism Forum 2022; el Simposio para Avanzar en el Periodismo y la Comunicación de las Ciencias y Tecnología en Chile (SAPeCCT 2023); y el Congreso Nacional de Divulgadores 2023, que se realizará en la ciudad de Valdivia, Región de Los Ríos. Además, participamos en la organización del X Encuentro de la Red de CTS Chile, "*Travesías, Maritorios y Territorios de la Ciencia y la Tecnología Austral*", a efectuarse en Punta Arenas, entre el 26 y 28 de abril de 2023, evento que tendrá una mesa de trabajo en torno a la relación ciencia, sociedad y comunicación social.

De la misma forma, como organización social, se entiende que ACHIPEC debe aportar con información sobre el estado del arte de la comunicación pública de la ciencia a lo largo del país. Esa experiencia debe ser una línea de base para crear una estrategia nacional. Es por ello, que se espera crear una Hoja de Ruta que dé sustentabilidad a la institucionalidad de ACHIPEC, con horizontes de mediano, corto y largo plazo.

Es urgente para la organización promover la investigación en materia de Comunicación Pública de la Ciencia, junto con fomentar la formación y capacitación de periodistas, estudiantes y profesionales de la comunicación social, así como incentivar una mayor presencia de contenidos de CTCI en medios y en la vía pública. Se espera que los diferentes eventos y acciones en los que está involucrada ACHIPEC, entreguen luces a futuro sobre cómo avanzar rápidamente en las tareas propias y del país en estas materias.

La importancia de lo global

El manejo científico ante la pandemia del brote de COVID-19, debe hacer reflexionar a la sociedad chilena sobre la importancia de brindar soluciones mundiales a problemas

sociales de gran envergadura, en el ámbito de la salud, el medio ambiente, los procesos migratorios, entre otros. Cualquier estrategia nacional de comunicación pública de la ciencia, debe incorporar aquel campo que le es propio para enfrentar los desafíos globales del desarrollo del conocimiento y de la diplomacia científica.

Brevemente, la ciencia en la diplomacia implica desarrollar los objetivos de la Política Exterior de un Estado sobre la base de un asesoramiento científico; en tanto, la diplomacia para la ciencia apunta a facilitar la cooperación científica internacional, con la meta de mejorar las relaciones entre países y/o las propias condiciones de vida de los y las ciudadanos. Los Estados modernos buscan beneficiarse de recursos científicos y tecnológicos internacionales para mejorar la capacidad nacional, así como para construir proyectos de investigación conjunta que un país por sí solo no podría emprender. "La diplomacia científica es el uso de colaboraciones científicas entre naciones para abordar problemas comunes a los que se enfrenta la humanidad del siglo XXI y para construir asociaciones. Hay muchas formas en que los científicos pueden contribuir a este proceso".[48]

En este sentido, sería un gran paso que la Academia Diplomática de Chile (ACADE) continuara incorporando entre sus actividades académicas, de formación y vinculación con el medio, el estudio de la relación entre ciencia y sociedad en el marco de las relaciones internacionales contemporáneas y con sentido prospectivo. Diplomáticas y diplomáticos debe manejar contenidos que les permitan comprender de mejor forma cómo la Política Exterior puede estimular condiciones a fin de generar valor y beneficios para los recursos científicos y tecnológicos del país, con el fin de potenciar las capacidades nacionales y de la humanidad. En ello, se debiesen exponer desafíos éticos, políticos, regulatorios y financieros, necesarios para moldear las transformaciones de la sociedad del futuro.

ACHIPEC ha asumido la importancia de estar conectados, elaborando una emergente agenda internacional. En mayo de este año la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, recibió de manera telemática a las y los presidentes de las asociaciones de periodistas científicos de Colombia, México, Perú y Argentina. Esto, por intermedio de ACHIPEC, su par en Chile. Los directivos expusieron acerca de la situación de la Comunicación Pública de la Ciencia en sus respectivos países y sobre lo que se espera en adelante.

Por otra parte, durante 2022, la Asociación impulsó actividades de vinculación internacional, como miembro de la Federación Mundial de Periodistas Científicos (WFSJ). Entre ellas, el acompañamiento al proyecto ganador del premio Spark Grant Initiative, la colaboración para la organización de la Conferencia Mundial de Periodistas Científicos -que se realizará en Colombia en

[48] Nina V. Fedoroff, Asesora de Ciencia y Tecnología de la Secretaría de Estado y de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

2023-; y el desarrollo de iniciativas con la Asociación Colombiana de Periodismo Científico (ACPC). A comienzos de año, ACHIPEC reflexionó sobre los desafíos de la comunicación científica y asociatividad en "Sensu Talks", encuentro organizado por la Rede Brasileira de Jornalistas e Comunicadores de Ciência. Más adelante, en el mes de septiembre, Andrea Obaid, presidenta de la asociación, viajó a Barcelona, España para participar como expositora en el Campus Gutenberg-CosmoCaixa, instancia organizada por la Universidad Pompeu Fabra y la Fundación Bancaria La Caixa. En ese contexto, la periodista científica expuso sobre la iniciativa de norma constitucional emanada desde ACHIPEC.

Otro hito relevante en este ámbito fue la participación en el 19° Seminario Latinoamericano de Periodismo en Ciencia y Salud de MSD, realizado en Buenos Aires durante el 18 y 19 de octubre. En esa oportunidad, la socia Nancy Ortiz representó a ACHIPEC siendo parte del panel "Gestión de la infodemia: la importancia de promover comportamientos saludables y mitigar la información errónea y la desinformación". Finalmente, entre el 29 de octubre y el 4 de noviembre, ocho integrantes de ACHIPEC expusieron en el Foro Mundial de Periodismo Científico (Science Journalism Forum, SJF), encuentro mundial virtual liderado desde Emiratos Árabes, en el que participaron 150 países y que contó con 61 partners de contenidos, incluida nuestra asociación.

No cabe duda que construir una estrategia nacional de comunicación pública de la ciencia debe ser entendido como una tarea de Estado. Lo provocador será promover el diseño de una sociedad que se inspira en los valores y la labor científica; que asume un creciente interés nacional e internacional en su desarrollo; y que involucra a la ciudadanía en cuestiones claves para el bien común, animando a los jóvenes a seguir estudios y carreras científicas. Los periodistas y comunicadores de la ciencia de Chile, esperan ser parte importante de esta transformación social.

SEPARATA X

MIRADAS PROSPECTIVAS PARA CONOCIMIENTOS CIENTIFICOS E INNOVACIONES TECNOLOGICAS DE FUTURO.

Nota Introductoria.

"Prospectiva y diplomacia: una mirada desde el conocimiento científico y la innovación tecnológica".

Emb. Pedro Oyarce[1].

El orden internacional presenta reorientaciones de diferente alcance que es necesario interpretar y proyectar porque plantean un cambio de época: una transición de poderes, influencias y prestigios. En este escenario, los artículos de esta separata convergen en una preocupación central: la necesidad de diseñar políticas públicas, con un horizonte de largo plazo, considerando estrategias que atiendan las incertidumbres y contribuyan a moldear el futuro.

Analizar escenarios, posibles y/o deseables, en un mundo en cambio, supone entender que una forma de hacer prevención es generar capacidades estratégicas de diseño, modelamiento de realidades y retos que pueden ir más allá de la gobernanza de los Estados nacionales. Tal es el caso del metaverso, el cual implica pensar en nuevas dimensiones, en un hábitat emergente con fronteras diferentes –incluso inexistentes- a las de los Estados y que presentan otras velocidades y dinámicas.

El desafío en este contexto es cómo nos hacemos cargo de nuestra propia realidad e intereses. Pero también, de qué manera asumimos fenómenos y temas que escapan a la realidad nacional e imponen la necesidad de actuar no solo desde una perspectiva nacional. Aquí surge, con claridad, el sentido de una responsabilidad ética planetaria que debe ser progresivamente parte de la racionalidad doméstica, lo que ha conducido a una ciudadanía con sentido *glocal*.

Debemos avanzar en la intersección entre la ciencia mundial y ámbitos afines de la investigación nacional. Estas son materias que ha abordado la Comisión Desafíos del Futuro del Senado: allí se han planteado temas como los neuroderechos y las regulaciones para el etiquetado de alimentos, considerado por la FAO y la OMS como un modelo mundial.

La construcción de escenarios permite reflexionar sobre áreas necesarias de analizar para generar políticas resilientes y de adaptación en temas de interés para el país. Chile carece de un centro público especializado en identificar nuevas ideas sobre los contextos y retos geopolíticos que enfrentará el país en los próximos 50 años. Estos son dominios en que la diplomacia debe intervenir, con una apropiada capacidad de alerta temprana e identificación de realidades y asociatividades que faciliten el posicionamiento de Chile.

[1] Agradezco la colaboración editorial y de redacción de Kevin Fiegehen (Academia Diplomática de Chile).

Paula Solar, Andrés Palma y Sergio Bitar efectúan una reflexión en la cual buscan relevar la contribución de la diplomacia para el desarrollo productivo de Chile. Esta colaboración destaca que para materializar esta visión es imperativo entender las tendencias emergentes a nivel global, la inserción de la Estrategia Nacional de Desarrollo en un contexto de cambios acelerados y el reforzamiento de la capacidad prospectiva en la Política Exterior.

Este artículo aborda experiencias en torno a la utilización de la prospectiva tecnológica[2], en la estrategia de desarrollo productivo, donde la ciencia, el conocimiento, la tecnología y la innovación generan valor a partir de aquellas con mayor potencial de crecimiento. La producción de conocimiento es fundamental para la diversificación de la matriz productiva y para el avance hacia el desarrollo sustentable e inclusivo. Ello requiere abordar la CTCI desde una perspectiva integral que considere las ciencias exactas y naturales, donde las ciencias sociales, las humanidades y las artes aportan, de igual manera, una comprensión indispensable en el proceso de cambio y desarrollo.

Un mensaje central de este artículo es llamar la atención acerca del alcance de la prospectiva para la acción diplomática y la estrategia de desarrollo. Analiza tendencias que impulsan el cambio (*drivers*) o que también tienen una capacidad de generar disrupciones (*game changers*). Pero, sobre todo, estimula la necesidad de fortalecer la institucionalidad. Menciona la Comisión de Desafíos de Futuro del Senado y el Consejo Chileno para la Prospectiva y la Estrategia, así como también esfuerzos privados sobre temas públicos: infraestructura, minería, recursos hídricos, digitalización y desarrollo 2030.

Por último, se afirma que la ciencia y la tecnología son campos del conocimiento que deben ser profundizados en la diplomacia. Especial atención se les concede a las actividades económicas que, probablemente, dominarán los escenarios futuros: las energías renovables no convencionales, la industria agroalimentaria, los recursos hídricos, la minería sostenible, las tecnologías de la información y de la comunicación, el capital humano avanzado y las diferentes fórmulas de asociatividad público-privada. Este artículo cierra apelando a la proactividad de los agentes: una capacidad clave para reaccionar, de manera temprana, a los más diversos cambios en el escenario global.

Se reconoce, igualmente, que la pandemia y la emergencia climática han contribuido a tomar conciencia de la relevancia de estudiar el futuro. Ello no se relaciona solo con crisis, sino también se asocia al diseño de hojas de ruta y de planes estratégicos. Advierten que uno de los sectores más débiles en esa

[2] Esta disciplina consiste en analizar los progresos científicos y tecnológicos, prospectando cuáles serán las tecnologías que más crecerán.

proyección planificada es el científico-tecnológico.

El artículo afirma, de manera conclusiva, que Chile necesita reforzar su capacidad prospectiva pública para monitorear las principales megatendencias y sus expresiones a nivel global, regional y local. Estas realidades son parte de la política exterior para responder a intereses nacionales, como también para estimular nuevas alianzas internacionales, en orden a amplificar nuestro poder blando y cautelar intereses nacionales y una soberanía inteligente.

¿Está preparada la diplomacia para estos desafíos y proponer marcos regulatorios, relativos a estos temas emergentes? Una diplomacia moderna debe desplegar la capacidad de prever esas tendencias globales e identificar escenarios posibles. Esto implica una responsabilidad en la formación de expertos y de equipos, y también de contribuir a la mejor educación de la ciudadanía en temas internacionales.

En su contribución, Gonzalo Arenas aborda esta preocupación haciendo referencia a un informe de think tank suizo *Geneva Science and Diplomacy Anticipator* (GESDA), en el cual se afirma que las comunidades diplomática y científica son silos que permanecen alejados profesional, educacional, cultural y valoricamente.

Allí se plantea un desafío para las políticas y estrategias de ciencia que están mostrando, crecientemente, la necesidad de enfoques integrados, interdisciplinarios e interseccionales, que materialicen la relación entre ciencia y sociedad. Por cierto, esto plantea contextos de tensiones geopolíticas y estratégicas.

Sin duda que estamos ante un desafío para la acción diplomática puesto que en los últimos 30 años se han originado procesos que han transformado radicalmente el planeta, donde la evidencia científica ha sido un elemento ordenador central. Gonzalo Arenas recuerda que "la diplomacia no solamente tiene que acercarse a la ciencia, sino que lo debe hacer de manera más estratégica y urgente [...] la diplomacia del siglo 21 debe ser científica desde su esencia".

La Comisión Económica de Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL), desde una mirada regional, entrega un panorama de la CTCI identificando nuevos lineamientos en un tema que califica de central para las futuras políticas de desarrollo sostenible que se definan desde los países de la región. En un escenario, de debilidad estructural, recursos escasos y necesidades de escala, plantea el valor del apoyo a áreas del conocimiento vinculadas a los principales desafíos que enfrentan los países.

Uno de los aspectos abordados en este diagnóstico es el rezago en materia de gasto en investigación y desarrollo, no solo respecto de los países desarrollados sino también de economías emergentes. Se hace una referencia explícita a la participación de las empresas en el financiamiento y la ejecución de actividades de I+D+i en la región: solo el 30% de las empresas presentan algún grado de participación, en

tanto que en las economías con mayores niveles de desarrollo, ese sector ejecuta entre el 65% y el 75% de los fondos para I+D+i.

CEPAL insiste también en la función estratégica de las políticas de CTCI y ello exige avanzar en definiciones con enfoques que incorporen el impacto económico, social y medioambiental. Reconoce los avances institucionales en materia de CTCI pero entiende que ello debe expresarse en el desarrollo productivo y social y, particularmente, en un incremento presupuestario.

En la región, los mecanismos e instrumentos más comunes para el apoyo a la CTCI son la asignación de subsidios, en general, en base a fondos concursables, y el apoyo a la formación de recursos humanos, por medio de becas. Está claro que el futuro dinamismo de los procesos transformadores científico-tecnológicos y el surgimiento de nuevos desafíos, como han sido el coronavirus y el cambio climático, demandan un análisis permanente de los temas abordados por la I+D+i.

En la sección "Lineamientos para un nuevo periodo", se piensa en una CTCI para el desarrollo de sectores dinamizadores de la economía y de la sociedad. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) estimulan el avance hacia nuevos modelos de crecimiento y de desarrollo, con patrones de consumo y de producción sostenible e inclusivos. Es claro que se debe avanzar en un cambio de estructura productiva hacia sectores intensivos en conocimiento, que presenten tasas de crecimiento y de empleo más altas.

El artículo efectúa, finalmente, una reflexión en torno a cuatro áreas de proyección para la sostenibilidad y donde la CTCI constituye un factor determinante para su desarrollo, generando valor: i) la industria manufacturera de la salud; ii) la electromovilidad; iii) la transición energética; y, iv) la ecoinnovación y producción sostenible.

El mensaje de CEPAL está orientado hacia una mirada integradora de la I+D+i para definir políticas en materia de CTCI. Esto se da en un escenario de debilidad estructural, escasez de recursos y donde es esencial considerar las prioridades y desafíos de los países, sin desatender las capacidades científicas más generales que amplían las fronteras del conocimiento.

Antes de concluir, CEPAL recuerda el comportamiento de las patentes a nivel global, advirtiendo que hay un gran esfuerzo dirigido hacia la protección de iniciativas medioambientales, lo que se concentra en países como Estados Unidos, Japón y aquellos de la Unión Europea. América Latina, en este ámbito, ha seguido de igual forma esta tendencia: el peso de las patentes medioambientales con respecto del total de patentes es claro y se ubica a tan solo un punto porcentual por debajo del promedio de los países de la OCDE. Lo interesante es que el promedio regional es similar al mundial, lo cual es una señal positiva.

El mensaje central de esta mirada prospectiva está orientado al rol que la CTCI debe desempeñar si se quiere optimizar los recursos de la región en proporción al avance de la población y de sus crecientes demandas por mayor bienestar y calidad de vida. CEPAL entrega, sin duda, elementos que pueden activar la cooperación científico-tecnológica, donde existen experiencias respecto de la contribución del Estado, del sector empresarial y de las diversas formas de asociatividades que los procesos tecnológicos exigirán en el futuro. Ciertamente hay un desafío importante en esta área, donde la diplomacia debe estar en condiciones de generar espacios para un diálogo entre diversos actores públicos y privados.

Es claro entonces que articular una prospectiva al servicio de Chile y de sus regiones es un imperativo institucional y estratégico. Este es un tema ineludible en la agenda de una política exterior moderna que la Dirección de Planificación Estratégica profundiza. La CTCI está en el centro de esa proyección que debe contribuir al posicionamiento internacional de Chile. Lo central es responder al bienestar de la gente y la diplomacia científica debe ser parte esencial de esa transformación.

En el contexto de la mirada prospectiva de la CEPAL, Mariana Mazzucato entrega algunas ideas a partir del informe "Cambio transformacional en América Latina y el Caribe: un enfoque de política orientada por misiones", publicado por esa instancia multilateral regional. Allí, se resalta el valor de la orientación por misión como una dimensión de las estrategias industriales que abren oportunidades para avanzar en un crecimiento inclusivo y sostenible.

Implementar estrategias industriales con orientación por misión, de acuerdo a la autora, requerirá establecer objetivos claros que puedan acelerar la innovación tanto entre sectores como a distintos niveles de decisión.

Es interesante resaltar la referencia al Laboratorio de Gobierno como ejemplo de las capacidades, herramientas e instituciones que son esenciales para materializar las nuevas maneras de diseñar e implementar políticas públicas. Este mensaje concluye señalando que ese informe de CEPAL ofrece ideas para alcanzar un futuro más sustentable e inclusivo.

Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación desde la prospectiva: una estrategia para el Chile del futuro. Desafíos en un nuevo ciclo de política exterior

Paula Solar[3], Andrés Palma[4] y Sergio Bitar[5]

RESUMEN:

Este capítulo hace un recorrido por las crisis mundiales que han incentivado la coordinación y colaboración internacional en políticas públicas basadas en evidencia. Por otro lado analiza las tendencias mundiales que están cambiando al mundo, revisando los nichos estratégicos para Chile donde tenemos oportunidades únicas de desarrollo; para finalmente proponer dotarnos de capacidad prospectiva que nos permita ser proactivos a los cambios mundiales y sus futuras crisis con un fuerte componente de colaboración internacional.

Los autores proponen en este artículo un camino para el desarrollo productivo futuro de Chile y la contribución de la diplomacia. Se han enfatizado tres conceptos para su éxito; los nuevos escenarios en un mundo de globalización acelerada, haciendo énfasis en una nueva política de diplomacia científica que facilite la colaboración internacional y la transferencia tecnológica por Paula Solar, estrategia nacional de desarrollo que aprovecha los cambios globales por Andrés Palma, y reforzamiento de una capacidad prospectiva en la política internacional por Sergio Bitar.

ABSTRACT:

This chapter reviews the global crises that have stimulated international coordination and collaboration in evidence-based public policies. On the other hand, we analyze the global trends that are changing the world, reviewing the strategic niches for Chile where we have unique opportunities for development; to finally propose to acquire a prospective capacity that allows us to be proactive to global changes and future crises with a strong component of international collaboration.

In this article, the authors propose a roadmap for the future productive development of Chile and the contribution of diplomacy. Three concepts have been emphasized for its success; the new scenarios in a world of accelerated globalization, emphasizing a new science diplomacy policy that facilitates international collaboration and technology transfer by Paula Solar, national development strategy that takes advantage of global changes by Andrés Palma, and reinforcement of a prospective capacity in international policy by Sergio Bitar.

Mirada Global

El mundo está cambiando a una velocidad sin precedentes. Este fenómeno empezó en las últimas décadas y se ha exacerbado gracias a las tecnologías disruptivas que han llegado para quedarse y a los fenómenos mundiales que han estresado el ecosistema político y el ecosistema de ciencia, conocimiento, tecnología e innovación (CTCI). Hoy más que nunca los gobiernos han estado expuesto a problemas que antes no existían, las empresas han debido

[3] Bioquímica y Diplomada en Investigación Clínica. Doctora en Farmacología. Académica de la Universidad SEK Chile. Directora Ejecutiva del Consejo Chileno de Prospectiva y Estrategia.

[4] Economista. Académico universitario. Integrante del Foro para el Desarrollo Justo y Sostenible

[5] Ingeniero civil y economista. Exministro de Estado y Senador de la República. Presidente del Consejo Chileno de Prospectiva y Estrategia.

adaptarse a las nuevas tecnologías, a los nuevos requerimientos de sus clientes, y los científicos y científicas han debido responder a desafíos tan variados como el cambio climático y una crisis sanitaria: la pandemia Covid-19. Analizar estos ejemplos para mostrar la relevancia de la coordinación entre el mundo científico, político y diplomático es revelador, ya que ambos desafíos han llevado a una colaboración internacional científico-tecnológica sin precedentes.

El cambio climático tiene a científicos de todo el mundo trabajando en el tema, haciendo vigilancia de sus avances, así como analizando sus efectos meteorológicos y medioambientales. Desde 1988 se creó el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), el cual alberga a científicos y científicas de todo el mundo. El IPCC lleva a cabo evaluaciones periódicas de la información científica sobre el cambio climático, confecciona escenarios futuros, analiza posibles impactos y riesgos, así como las opciones de adaptación y mitigación. El trabajo del IPCC no tiene una bajada concreta en políticas mundiales, es meramente informativo, ya que necesitamos coordinar políticas públicas a nivel mundial, para poder tener incidencia real en frenar, o al menos mitigar, el cambio climático y sus consecuencias.

Al igual que el cambio climático, una pandemia exige esfuerzos extraordinarios de cooperación internacional. En primer lugar tuvimos a investigadores de todo el mundo analizando el comportamiento del virus, el desarrollo de la enfermedad, y su sintomatología, así como llevando a cabo estudios clínicos de fármacos y vacunas. La comunidad científica internacional se coordinó magistralmente en publicar y compartir datos en tiempo real, a modo de conseguir que investigadores del todo el mundo tuvieran acceso a los datos, enriqueciendo la discusión y aumentando en forma exponencial la velocidad de análisis. A nivel político cada país tomó decisiones sanitarias de forma autónoma, las cuales pasaron por varios ejercicios de ensayo y error. Esta experiencia nos ha entregado valiosa información sobre deficiencias de colaboración internacional en el manejo de crisis sanitarias, las cuales sabemos que irremediablemente se repetirán. Ejemplo de brechas en esta área están el acceso a vacunas, homologación de planes de vacunación según datos epidemiológicos, demográficos y de movilidad de las personas, coordinación entre industrias locales y regionales, transferencia de paquetes tecnológicos entre países para estimular la producción local de bienes y servicios, políticas de registros sanitarios homologables entre países, manejo de aeropuertos, políticas de requerimientos sanitarios claros entre la entrega de visas, entre otros.

Coordinar políticas públicas a nivel mundial no es fácil. No sólo se requiere información científica sistematizada y de calidad que justifique el gasto público para políticos y tomadores de decisión, se requiere voluntad política y una fina coordinación multilateral. Independiente de estas complicaciones, el nuevo mundo no da cabida al ostracismo. La globalización, los fenómenos migratorios y la cooperación internacional han llegado para quedarse. Los problemas del presente y del

futuro necesitan soluciones colectivas y es de enorme importancia que los gobiernos de turno y sus cuerpos diplomáticos tomen conciencia de ello. La Unión Europea es un ejemplo, otras regiones deben evaluar si estructuras similares pueden aportar en solucionar sus problemas comunes y fortalecer sus economías y sistemas sociales.

Revolución Industrial

Las nuevas tecnologías están liderando cambios sin precedentes a nivel mundial, lo cual va de la mano a un aumento exponencial en la producción de conocimiento. Para entender cómo está aumentando el conocimiento a nivel mundial y su impacto debemos analizar la tendencia. En 1982 Richard Buckminster Fuller publicó su libro "*Critical Path*" donde hace una completa revisión tomando en cuenta los orígenes y la evolución de los sistemas sociales, políticos y económicos de la humanidad desde las brumas oscuras de la prehistoria, pasando por el desarrollo de los grandes imperios políticos, hasta los vastos sistemas corporativos y políticos internacionales que controlan el mundo moderno.

Buckmisnter desarrolló la llamada *Knowledge Doubling Curve*, donde se observa como el conocimiento se iría duplicando a una velocidad cada vez mayor. Para el 1900 el conocimiento humano se duplicaba aproximadamente cada 100 años, mientras que para el final de la Segunda Guerra Mundial este fenómeno ocurría cada 25 años. Actualmente es sabido que el conocimiento humano se dobla en promedio cada 13 meses, lo que según IBM cambiaría a 11 horas con el internet de las cosas (IoT, Internet of things por sus siglas en inglés), debido a la vasta expansión de almacenamiento de datos gracias a la nueva capacidad de almacenamiento de los chips. Tanto el IoT como la mayor capacidad de almacenamiento de los chips es parte de lo que actualmente conocemos como la cuarta revolución industrial o industria 4.0.

Actualmente nos encontramos inmersos en esta cuarta revolución industrial y *ad portas* de la quinta. En este tiempo hemos sido espectadores de un mundo cambiante, donde han irrumpido múltiples tecnologías disruptivas. A diferencia de revoluciones industriales anteriores, gatilladas por la automatización y la electricidad, hoy tenemos una revolución industrial similar a un tsunami tecnológico que promete cambiar el mundo como lo conocemos.

Prospectiva Tecnológica y su rol en el desarrollo

En el contexto de aprovechar los avances científicos tecnológicos es que varios países han basado su estrategia de desarrollo en base a la prospectiva tecnológica. Esta disciplina consiste en un análisis de los progresos científicos y tecnológicos, prospectando cuáles serán las tecnologías que más crecerán. Este proceso permite identificar áreas estratégicas de investigación y desarrollo de tecnologías emergentes en las cuales enfocar las inversiones y obtener los mayores beneficios socio-económicos.

La prospectiva tecnológica fue la estrategia que utilizó Japón para llegar a ser el gigante tecnológico que es hoy y que luego Estados Unidos, Francia, y China, entre otros, replicaron. Mediante estudios de prospectiva

tecnológica fue que el Estado de Japón tomó las riendas como principal promotor del desarrollo post guerra, impulsando una agenda de transformación industrial de la mano del ecosistema de ciencia, universidades y de las empresas privadas del país. Esta política industrial sustentada en prospectiva y estrategia, adoptó una red de consensos entre agentes económicos y políticos para llevar a cabo un ordenado proyecto de desarrollo nacional. El desarrollo nacional de Japón se construyó en base a la innovación científica y tecnológica, sentando las bases a lo que luego haría Corea del Sur implementando transferencia de paquetes tecnológicos con Europa y Estados Unidos[6]. Este proceso fue iniciado en 1959 con la creación del Consejo de Ciencia y Tecnología.

Estos países han centrado su estrategia de desarrollo en la prospectiva tecnológica, haciendo hojas de ruta para alcanzar las metas propuestas en ésta área. Y en el intertanto, ¿Qué pasa en Chile?

Modelo económico chileno

Chile ha optado por una economía abierta al comercio internacional y a la atracción de la inversión externa. Esto ha sido implementado en dos etapas con énfasis muy diferentes, Una primera, impulsada por la Dictadura 1973-1990, consistió en lo que se denomina "apertura unilateral", es decir, rebaja unilateral de aranceles y establecimiento de condiciones regulatoria especiales para la inversión extranjera. Este enfoque, inspirado en la concepción neoliberal de los procesos económicos, tuvo resultados discutibles desde el punto de vista del crecimiento y la innovación, pero transformó el sistema de incentivos y consolidó al sector exportador de materias primas y de materias primas con bajo nivel de elaboración como motor de la economía. En una segunda etapa, bajo los gobiernos de la Concertación 1990-2010, se mantuvo la apertura pero bajo el enfoque de la bilateralidad o multilateralidad, manifestado en la suscripción de Tratados de libre comercio, asociación económica o integración económica, como los que se han suscrito con la Unión Europea, el Mercosur y numerosos países en los diferentes continentes.

El proceso de apertura bilateral o multilateral resultó exitoso para el país en términos de crecimiento económico y mejoramiento de las condiciones sociales, pero muestra signos evidentes de agotamiento, como lo muestran la caída en la tasa de crecimiento potencial de la economía de manera permanente a lo largo de este Siglo y el que las exportaciones siguen siendo básicamente materias primas con poca elaboración. En el período virtuoso, las exportaciones crecieron a una tasa casi el doble que el Producto Interno Bruto, pero desde 2005 en adelante esa relación se ha invertido, lo que explica a su vez los bajos niveles de crecimiento real y potencial habidos en la última década y media.

[6] Ivanova, A., Licona, A., Loaiza, M., Mendoza, E., Rangel, J., & Uscanga, C. (2016). Las políticas gubernamentales de ciencia y tecnología en el Asia Pacífico en la posguerra: los casos de Japón y Corea del Sur. Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico, 10(20). http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaiii/numero20/4.pdf

Por ello, para recuperar la capacidad de crecer, es necesario innovar en materia de estrategia de desarrollo para hacer más compleja y diversa la matriz productiva, en espacial la orientada a las exportaciones, ampliar nuestra base empresarial y adecuarse a los compromisos internacionales de nuestro país, cuyo marco ordenador se encuentra en los 17 objetivos de la Agenda de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. Esto se debiera alcanzar estableciendo políticas selectivas orientadas a la agregación de valor, superando el enfoque predominantemente extractivo prevaleciente en nuestras industrias exportadoras.

Se requieren políticas selectivas, porque la mayor diversificación no ocurre automáticamente, menos en economías ricas en recursos naturales. Las diversificaciones más significativas ocurridas en Chile han tenido un impulso basal por parte del Estado, los ejemplos recientes más claros son el desarrollo de la industria forestal y de la salmonicultura.

Agregar valor y diversificar la estructura productiva requiere impulsar un proceso de modernización institucional, que potencie nuestras ventajas, reconozca con realismo nuestros déficits sociales, económicos y ambientales y, al mismo tiempo, establezca claramente el rol que se defina para nuestra economía en el concierto internacional. Esto será particularmente relevante para el desarrollo y uso de energías limpias y la promoción de la economía circular y la economía verde, necesarias para la preservación de nuestra especie y la protección y conservación del planeta.

En la estrategia de desarrollo productivo resultará clave abordar los desafíos del cambio climático a través de una inversión relevante en la generación de conocimiento, tecnologías e innovaciones que hagan posible un desarrollo productivo sustentable, pero, como resulta evidente a partir de los acontecimientos contemporáneos, esto no puede abordarse sin constituir redes entre países, especialmente los vecinos.

La incorporación de la innovación y el desarrollo tecnológico permite apoyar, mantener y mejorar el desempeño de empresas y sectores que participan en cadenas globales de valor, así como también en algunos mercados no transables, aprovechando oportunidades en sectores emergentes y mejorando las posibilidades de desarrollo y crecimiento de nuevas empresas. Con ello se podrá aumentar la productividad de un contingente muy importante de empresas de menor tamaño, facilitar el desarrollo de articulaciones productivas e impulsar nuevos proveedores locales para empresas que operan en sectores y mercados dinámicos, tanto a nivel nacional como global.

Es importante señalar que la incorporación de innovación y desarrollo tecnológico no sólo permitirá aumentar la productividad de empresas existentes, sino que también la creación de nuevas empresas. La innovación ha posibilitado que en Chile surjan empresas que en poco tiempo alcancen la categoría de Unicornio, o sea, empresas cuyo valor de mercado se proyecta sobre los mil millones de dólares. Ninguna de estas empresas es extractivista ni dependiente de recursos

naturales, son empresas que utilizan tecnologías de la información y las comunicaciones para innovar y generar valor.

Desafíos para Chile en el marco de la economía global y su matriz productiva

El hecho que la economía chilena sea pequeña y esté fuertemente vinculada a la economía internacional obliga a proponer el desarrollo de industrias enfocadas a la economía global, en un enfoque de integración más que exclusivamente comercial.

Como señala Jorge Katz, "el tránsito a la economía basada en la Inteligencia Artificial, al mundo de los servicios digitales, a la bioeconomía montada sobre una base informática, que hoy Chile no tiene pero que deberá llegar a tener si pretende ser un productor importante y competitivo de alimentos en las próximas dos décadas, supone millones y millones de dólares en activos intangibles, de construcción de capacidades técnicas, en desarrollar lazos más fuertes con el sistema universitario, etc. y todo esto no es simple consecuencia de una macro bien comportada y de un aumento en la inversión, algo que no se puede hacer con el magro 0.4 % que Chile dedica como inversión en ciencia y tecnología"[7].

Dado el bajo esfuerzo que el país ha desarrollado en I+D+i es razonable pensar que para desarrollar industrias que posicionen a Chile en el mundo de la innovación será necesario establecer políticas de atracción de inversiones, de intercambio tecnológico y de integración de procesos de desarrollo científico entre Estados, academias y centros tecnológicos con los que se puedan hacer esfuerzos complementarios, y concordantes con el necesario incremento de recursos locales destinados a I+D+i.

En este nuevo (o viejo, pero renovado) enfoque se debe buscar el establecimiento de redes para desarrollar áreas claves, como por ejemplo, establecer programas público-privados que detecten y estimulen en sectores innovadores orientados a desarrollar exportaciones donde Chile cuenta con capacidades científicas y profesionales, y posee el recurso, por ejemplo sectores minero, agroalimentario y forestal (biotecnologías, genética, TICs, maquinaria), y programas públicos de atracción de inversiones en estos sectores, concertados con la creación de parques tecnológicos (I+D+i) basados en los desafíos nacionales.

Algunos de estos desarrollos posibles son las industrias de medicamentos, forestal, economía digital y energética.

Así como el mercado chileno de medicamentos sufrió una profunda transformación tras la apertura de la economía, en los 70s, y se transitó desde un mercado de genéricos, regulado por un laboratorio estatal – Laboratorios Chile - a uno de marcas, manejado por grandes cadenas de farmacia, es necesario (y la

[7] Presentación en el Foro para el Desarrollo Justo y Sostenible. Agosto 19, 2020.

pandemia del COVID19 lo ha reforzado), retomar el desarrollo de una industria farmacéutica. Chile importa principios activos (mayormente de India o China), pese a que tiene capacidades locales de Ciencia y Tecnología para producirlos, y posee recursos naturales agrícolas y marinos a partir de los que se pueden desarrollar nuevos principios.

Chile tiene una riqueza forestal, creada a partir del subsidio del Estado, con poco desarrollo de sus potencialidades, las que se debieran extender a la industria de la construcción y al uso de dicha biomasa en industrias de mayor valor agregado, por ejemplo, los bioplásticos, biocombustibles y otros. Similar uso debiera emplearse con la biomasa marina, de gran diversidad y volumen que, al igual que en lo forestal, es utilizada como materia prima o alimentación, con muy poca agregación de valor.

El desarrollo de la economía digital está recién comenzando. Corfo ha apoyado numerosas iniciativas en esta línea a través de su Start Up, pero su impacto en la sociedad chilena es limitado. Por otra parte, los confinamientos asociados a la pandemia del COVID19 han acelerado cambios en el comercio, las comunicaciones y, especialmente la educación, dejando ver las grandes inequidades existentes en el acceso y disponibilidad de redes.

La potencialidad energética de Chile es de gran magnitud. Chile tiene ventajas actuales en energía solar y eólica, y eventuales en mareomotriz y geotérmica, y debe desarrollarse una industria de explotación de dicha energía y de procesos intensivos en energía, aprovechando esa ventaja. Pero ello requiere I+D+i en torno a su producción y almacenamiento, en áreas en las que pueda ser aplicable, en formación de técnicos especialistas y en la elaboración de medios de generación.

El futuro de las energías renovables en Chile es promisorio sin lugar a dudas, tanto así que Chile ha sido llamado La Arabia Saudita de la Energía Solar e incluso la Capital del Sol, sin embargo el camino futuro de las energías renovables en Chile aún no está resuelto. Existen una gran cantidad de variables por estudiar y problemas por resolver, especialmente problemas científicos, tecnológicos, logísticos y estratégicos que nos separan del sueño de llegar a ser la Arabia Saudita de la energía solar.

Los principales desafíos de la energía vienen de la mano del control y transformación de energía eléctrica, electromovilidad y almacenamiento de energía. La electromovilidad llega como un motor importante de desarrollo de la economía mundial y este escenario Chile cobra tremenda relevancia gracias a sus recursos naturales de cobre y litio, siendo este último además un recurso de enorme importancia para el almacenamiento de energía. En este contexto existen dos escenarios futuros totalmente opuestos. Por un lado tenemos que Chile puede llegar a ser un actor de enorme importancia ya sea por la venta de estos recursos naturales o siendo capaz de dar el paso de la industrialización y lograr producir y exportar materiales manufacturados de la mano de los mercados de cobre y litio.

Por otro lado, el avance constante de las nuevas tecnologías desafía ambos mercados con la irrupción del grafeno y de baterías carentes de litio. El enorme potencial del mercado de la electromovilidad debiera movilizarnos como país para estudiar estas amenazas potenciales para transformarlas en oportunidades y eliminar de la ecuación un escenario tipo salitre 2.0. En este contexto hay varias oportunidades interesantes, como las expuestas por el Dr. Samir Kouro el cual plantea hacer crecer el mercado de la energía en Chile a modo de aprovechar el recurso de la energía solar en una mayor magnitud. Dentro de las propuestas propone convertir la energía en dinero a través de la incorporación en el país de procesos productivos que se desarrollan en otros países y tienen un alto costo energético y una gran huella de carbono. La incorporación de estos procesos en el norte de nuestro país nos permitiría abastecer a estas mega factorías en el desierto aprovechando energía solar y litio. Otro de los recursos que podemos aprovechar en mayor magnitud es el mismo cobre, donde a través de energía solar podemos llevar a cabo procesos de electrorefinación o producir celdas solares o agua a través de la desalinización del agua de mar utilizando energía solar.

Dado que el hidrógeno verde y sus derivados es una de las pocas opciones que se dispone para sustituir el uso de combustibles fósiles en industrias tales como la siderurgia, cemento, minería y el transporte de carga pesado, tanto terrestre, marítimo como aéreo, y que el amoniaco verde también puede reemplazar al amoniaco producido con gas natural, abriendo un mercado como insumo para fertilizantes como para explosivos verdes; y que el hidrógeno y el amoniaco surgen como opciones de hibridación de centrales a gas natural, almacenamiento en sistemas eléctricos con penetración de energías renovables intermitentes; y también en combinado con gas natural en redes de calefacción de ciudad; estos usos y el redoblado compromiso de acción climática de los principales países del mundo abren un enorme mercado mundial de hidrógeno verde y sus derivados, ya que los países europeos, Japón, Corea y, en menor grado, Estados Unidos deberán complementar el abastecimiento doméstico con importaciones.

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) son herramientas clave para alcanzar un desarrollo sustentable e inclusivo. En ese sentido, la producción de conocimiento local es fundamental para llegar a las respuestas de los problemas que Chile enfrenta en el presente y en el futuro. La CTI es fundamental para abordar desafíos como la diversificación de nuestra matriz productiva y energética, la automatización y su impacto en el empleo y el trabajo, el envejecimiento de la población, los desastres naturales así como el cambio climático y sus consecuencias. Todo ello requiere de un abordaje desde múltiples perspectivas, donde las ciencias exactas deben cooperar con las ciencias sociales, y donde las humanidades y las artes aportan para una comprensión de nosotros mismos en este incesante proceso de cambio y desarrollo.

Hoy, es indiscutible que para alcanzar varios objetivos pendientes, debemos transformar a la Ciencia, en el soporte estratégico del

desarrollo de Chile. El rol fundamental de una política científica nacional, que refuerce las probabilidades de un desarrollo equilibrado, productivo y social, debe colaborar en mostrarnos una ruta clara para ser un país menos desigual, fortaleciendo a su vez, sus actuales debilidades frente a las múltiples incertidumbres futuras.

La nueva moda del futuro es la incertidumbre, pero la verdad es que una de las cosas que aprendemos cuando estudiamos el futuro, es que la prospectiva es una herramienta clave para el diseño de estrategias, y que las estrategias disminuyen la incertidumbre. Si las instituciones y gobiernos no son capaces de tomar conocimiento sobre su rol para moldear su propio futuro, entonces efectivamente el futuro para estas instituciones y gobiernos será una total incertidumbre y tendrán que ser reactivos a lo que "les depare el destino". Eso es justamente lo que países desarrollados han tratado de evitar. Actualmente España, Canadá, Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Finlandia, La Comisión Europea y la OCDE, entre otros, tienen oficinas nacionales dedicadas a la prospectiva, estrategia y levantamiento de políticas de largo plazo o Gobernanza anticipatoria. Incluso países que no están catalogados como países desarrollados se han subido a la "ola" de la prospectiva. Un ejemplo claro es Ecuador, el cual ya ha diseñado un plan para tener nuevas alternativas económicas ante un futuro desplome del petróleo; sustituyéndolo por una economía basada en una economía del conocimiento, la medicina o el turismo.

LA IMPORTANCIA DE LA PROSPECTIVA PARA LA DIPLOMACIA Y LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE CHILE.

En un mundo de acelerada globalización y creciente complejidad, la diplomacia, y la Academia Diplomática, enfrenta el desafío de fortalecer su organización para desarrollar nuevas capacidades analíticas y propositivas. El análisis permanente de las tendencias mundiales y de los impulsores del cambio ("drivers" y "game changers") es indispensable para concebir escenarios posibles y formular estrategias nacionales e internacionales de desarrollo.

Chile necesita reforzar su capacidad pública en prospectiva y estrategia.

Chile necesita fortalecer una capacidad pública de análisis de escenarios globales, de seguimiento de las principales tendencias, y capaz de difundir sus conocimientos al resto del aparato público, de la sociedad civil, regiones, empresas, universidades, con el fin de promover reflexiones, realizar consultas sobre el futuro, y proyectar las estrategias de desarrollo en cada una de las áreas prioritarias para el avance nacional.

Lamentablemente, nuestro país no posee hoy las capacidades suficientes. Las instituciones actuales son frágiles y exiguas ante la magnitud de las tareas a realizar. La capacidad existente de prospectiva y estrategia no se ha extendido ni consolidado. Se han realizado esfuerzos en algunos ministerios y servicios, como minería, energía, agricultura, inteligencia artificial, política internacional, defensa nacional, entre otros, pero lamentablemente no existe una

instancia de coordinación y ensamble entre ellos. La iniciativa más importante en el Estado es la Comisión de Futuro del Senado, que ha realizado una potente actividad de reflexión nacional. También ha habido una labor relevante de instituciones privadas dedicadas a temas públicos, en infraestructura, minería, agua, digitalización, desarrollo 2030.

Además, en 2014 se creó el Consejo Chileno Prospectiva y Estrategia para alentar la discusión de estos temas, mediante de publicaciones y encuentros. Asimismo, se han creado repositorios de estudios de largo plazo, de gran utilidad para los que realizan prospectiva. Mencionando dos de ellos: el de la Unión Europea, llamado Orbis, y el que hemos desarrollado en el Dialogo interamericano, que agrupa más de 1000 estudios de largo plazo, clasificados por temas[8]

Monitorear y estudiar las principales tendencias globales

Al menos se pueden distinguir cinco grandes tendencias globales que requieren un seguimiento permanente, así como un monitoreo de las políticas y estrategias propuestas por otros países avanzados, para anticipar, captar las oportunidades emergentes y contener riesgos. Esas cinco son: el cambio climático, la salud pública y pandemias recurrentes, ambas amenazantes para la especie humana; la desigualdad y las formas de reducirla, a nivel global y nacional, con nuevos pactos sociales; el acelerado avance científico tecnológico, disruptivo, su utilización para resolver los grandes problemas de la sociedad y la regulación de sus potenciales dilemas éticos; y la gobernabilidad democrática, como condición imprescindible para el avance del desarrollo nacional y la ejecución eficaz de programas.

La complejidad de estos temas requerirá de un trabajo colectivo internacional en red, al cual las instituciones chilenas deben integrarse y, a la vez, se debe constituir una red horizontal entre las instituciones nacionales especializadas, que rompan la lógica vertical, en silos, de los sistemas actuales de gobierno.

Chile debe constituir equipos para anticipar las tendencias y cambios, en particular el conocimiento de las innovaciones y transformaciones que movilizarán la acción de la humanidad.

Política internacional, ciencia y tecnología.

Uno de los campos del conocimiento que deben ser profundizados por la diplomacia es la ciencia y la tecnología. La prioridad será detectar transformaciones potenciales, buscar alianzas con empresas, centros de investigación y expertos, formar equipos chilenos para ampliar la capacidad nacional en los sectores y actividades de mayor importancia para nuestro desarrollo y ventajas comparativas.

Las actividades económicas que probablemente dominarán el escenario de nuestro futuro son, entre otras:

[8] www.global.trends/thedialogue

- Las energías renovables, en particular solar e hidrógeno verde, que requerirán de un esfuerzo científico tecnológica propio, no depender solo de inversionistas extranjeros que vienen y van. En este terreno, Chile puede alcanzar posiciones de vanguardia a nivel internacional.
- Los alimentos, perseverar en la idea de "potencia agroalimentaria", incrementar la investigación en biotecnología, cultivos, ganadería, y acuicultura. En esta última, el trabajo en el océano Pacifico es prioritario por razones productivas y medioambientales, la protección de flora y fauna, y la diversidad.
- Nuevas fuentes de agua, la desalación, la gestión de cuencas, infraestructura. Chile deberá privilegiar sus inversiones en capital humano y productivo para la protección ambiental, el ahorro de agua, las normas legales. El agua es y constituirá una fuerte restricción al desarrollo de la zona central y de sus habitantes. También en silvicultura existirá una prioridad tanto por la absorción de CO_2 como por la producción de maderas tratadas para una construcción menos contaminante y reciclable.
- La minería verde, incluyendo al litio y otros productos. Sobre esta materia, está en preparación una estrategia minera 2050 que debe orientar las acciones, acrecentar la productividad, reducir contaminación, y adentrase en las tecnologías verdes, agua, solar, electromovilidad.
- El desarrollo digital, la formación y capacitación de hombres y mujeres en ciencias de la computación, inteligencia artificial, robótica, procesamiento y almacenamiento de datos. Como se dice habitualmente, los datos son el petróleo del futuro. Nuestro potencial de desarrollo en astronomía conlleva y ofrece la posibilidad de dar un salto en ciencia, educación, infraestructura, tecnologías para el uso de la información y su transferencia. Si nos anticipamos y permeamos toda la actividad científica y educativa en las nuevas tecnologías digitales, y fortalecemos la infraestructura tecnológica de fibra óptica y equipamiento para procesamiento de datos, podemos dar un salto estratégico.
- La asociación público-privada. El desarrollo científico tecnológico necesario para progresar en nuevos campos debe involucrar, acuerdos nacionales e internacionales, con empresas, universidades, regiones y un gran esfuerzo educativo. La política internacional y la diplomacia deberán adentrarse de lleno en estos terrenos, y articularse con sus contrapartes nacionales.

Nuestra institucionalidad para acoger inversiones extranjeras y colocar productos nacionales en el exterior es insuficiente para la nueva etapa. Ahora estamos hablando de otra cosa, de una nueva fase que exige una capacidad operacional mucho mayor. Necesitamos observatorios internacionales público-privados, académicos y empresariales para investigar y anticipar los avances mundiales, explorar nuevas posibilidades, con empresas y centros de investigación, para articular nuevas alianzas y expandir la capacidad nacional en nuestras áreas prioritarias.

Prospectiva estrategia y nueva institucionalidad

Una de las limitaciones actuales es la carencia de una capacidad institucional para impulsar esta labor, en todo el territorio nacional, en cada región y en cada tema prioritario. Chile no posee ninguna instancia al más alto nivel de gobierno que coordine, promueva y apoye a múltiples unidades de estudio de futuro en los principales centros de decisión y de pensamiento. El ministerio de planificación chileno fue eliminado en 2011 y nada alternativo se ha creado para ejercer esta labor de consensuar objetivos de largo plazo, de análisis de escenarios, de elaboración de estrategias. Se requiere crear una instancia de gobierno con autonomía, que proponga metas que trasciendan los cortos periodos de cada gobierno y perduren, para dar frutos.

Los países desarrollados están acelerando la formación de instituciones capaces de llevar a cabo estas tareas, al más alto nivel de los gobiernos, para asesorar a los primeros ministros o presidentes, y también para conectar bien las estrategias de largo plazo con las políticas públicas del corto plazo. Para ello es necesario estructurar instituciones nuevas, que abarquen miradas largas y se ensamblen con las decisiones inmediatas, que actúen en paralelo, pero interconectadas. El buen gobierno supone visión compartida y capacidad de gestión.

En los últimos años, e impulsados por los retos que levanta la pandemia, en los países avanzados se han multiplicado los ejercicios de exploración de futuro y de estrategias alternativas. Algunos ejemplos son los trabajos pioneros de Finlandia, país que ha articulado el sistema más sofisticado; el fortalecimiento de los equipos de prospectiva de la Unión Europea, la creación de una vicepresidencia en la Comisión y grupos de alto nivel en el Parlamento europeo; la creación de una unidad junto al presidente del gobierno español y la elaboración de España 2050; la existencia en Francia del comisariado de Estrategia y la Prospectiva y la propuesta reciente Francia 2030; Además están las instituciones pioneras de Inglaterra, Australia, Canadá.

Sabemos menos de China, Rusia, Japón, y otros de Asia. Entre ellos, sin embargo, descuellan Singapur y la República de Corea. Todas estas referencias son de valor para los países latinoamericanos.

La política y el buen gobierno necesitan de la prospectiva.

Ante la incertidumbre y complejidad crecientes, el ser humano y la sociedad deberán navegar en aguas procelosas. Habrá un enjambre de fenómenos y procesos interactuando: tecnológicos, digitales, comunicacionales, cambios climáticos, desigualdad, evolución de valores y comportamientos, pugna geopolítica entre China y Estados Unidos y sus implicaciones en el terreno militar. Entender estos fenómenos exige disponer de una capacidad muy superior de análisis multidisciplinario, científico, para simular su interacción, avizorar y anticipar, para estar mejor preparado.

Las experiencias de los países más avanzados demuestran que este trabajo y sus conclusiones deben informarse y debatirse con políticos, parlamentos, partidos, regiones, municipios, organismos internacionales. Es esencial proporcionar información y consultar con la opinión pública, organizaciones sociales y medios de comunicación.

La discusión actual sobre la difusión de la prospectiva estratégica, como modo de pensar, apunta a dotarla de un sentido práctico, de aplicación a la solución de crisis y de problemas álgidos y transversales que encara cada país o grupos de naciones.
Además, para incidir en la acción se deben efectuar amplias y continuas deliberaciones a distintos niveles de la sociedad, con temas y plazos definidos. Se debe transitar de propuestas técnicas, de expertos y altas autoridades, a propuestas ciudadanas; e integrar redes internacionales para la colaboración global. Por último, realizar esta labor implica entender que se trata de un proceso continuo. No se limita ni basta con elaborar documentos sin continuidad en la acción, que terminan en un cajón.

No será posible gobernar bien sin un renovado esfuerzo de debate y formación de hombres y mujeres de diversas edades, regiones, grupos socio económicos, étnicos, en la disciplina de pensar a plazo largo, en equipos interdisciplinarios, conectados con el mundo y con la sociedad civil de cada país. La búsqueda de consensos y acuerdos es el sostén de la democracia y de la gobernabilidad, indispensable para ejecutar transformaciones estratégicas. Y para ello se necesitan nuevas instituciones, y otorgarle la máxima prioridad política desde los más altos niveles de gobierno.

Reflexión Final

Lo contrario a la reactividad es la proactividad, una de las capacidades que según el Foro Económico Mundial será clave para el siglo XXI. Ser proactivo con respecto a nuestro futuro va de la mano con instaurar la capacidad de estudiar escenarios posibles, diseñar planes de contingencia para ello, haciendo que nuestras respuestas ante las crisis sean rápidas, eficientes y eficaces. La crisis mundial asociada a la pandemia del Covid-19 así como la emergencia climática, son dos realidades que han llevado a instituciones y gobiernos a tomar conciencia de la importancia de estudiar el futuro. Este es un desafío tanto para el Sur como para el Norte globales, siempre pensando en contextos y realidades nacionales y en la noción de interés colectivo que plantean bienes públicos y comunes globales para la humanidad.

Sin embargo, el futuro no se relaciona sólo con las crisis. Es relevante que instituciones y gobiernos asuman que los estudios prospectivos también sirven para diseñar hojas de ruta, que nos permitan alcanzar futuros deseados, los cuales muchas veces parecen imposibles de conseguir sin un plan. Uno de los sectores que más carece de una estrategia u hoja de ruta es el vinculado al desarrollo científico y tecnológico en Chile y en América Latina. La existencia de un instrumento de este tipo facilitaría el análisis de variables y de escenarios que pudieran incidir en elementos estratégicos para nuestra matriz-país. Es clave que la CTCI sea

parte de ventajas existentes y por construir, siempre pensando que desde la "soberanía científica" podemos insertarnos en las redes globales de la ciencia y del conocimiento. Una racionalidad prospectiva *Smart* debe incluir las inversiones y el capital humano avanzado como una manera de pensar estratégicamente en un sistema de ciencia con alto impacto en las personas y en el bien común.

La Academia Diplomática, desde la formación y el entrenamiento, debe contribuir a generar condiciones que permitan asumir el valor de la proactividad en las acciones que vinculan a Chile con la región y el mundo: estudiar los futuros posibles y/o deseables es esencial para utilizar nuestras ventajas comparativas y también para construir capacidades en áreas emergentes. Estos son desafíos que debemos considerar en un nuevo ciclo político, que busca una mirada diferente de nuestra matriz productiva y de la noción de "soberanía".

Regreso al futuro: la diplomacia chilena frente a los desafíos globales del siglo 21

Gonzalo Arenas[9]

El 3 de enero de 1983, la revista Time decidió hacer un cambio en su tradicional nominación a Persona del Año. Por primera vez en su historia, en vez de nombrar a algún destacado personaje público, decidió nominar al computador personal como "Máquina del Año"[10]. Recalcando que el año anterior se habían vendido 1,4 millones de unidades, la revista auguraba que la revolución de la información finalmente había llegado y que el mundo nunca más sería el mismo. Ese mismo mes también se dio inicio a Internet con el establecimiento del protocolo TCP/IP que permitió la comunicación entre redes de computadores[11].

Casi 40 años después, otra revista, The Economist, en su edición del 18 de diciembre de 2021, destacó que el Metaverso podría transformar "casi todo en la vida humana" y generar valor potencial de mercado en al menos 2 trillones de dólares. Por esa razón, Facebook, reconvertido recientemente en Meta, junto a otras empresas como Microsoft, Nvidia y Tencent, están invirtiendo billones de dólares en la tecnología que sustenta este nuevo universo digital[12].

En 1985, una científica húngara vendió el auto familiar, escondió el dinero en el oso de peluche de su hija y junto a su familia viajó a Estados Unidos para iniciar su trabajo como postdoctorante en Filadelfia[13]. Como muchos inmigrantes tuvo que luchar contra prejuicios y diferencias culturales para poder desarrollar su carrera. Fue degradada de rango académico y estuvo cerca de perder su laboratorio cuando sus investigaciones encontraron dificultades.

30 años después, más de 9,57 billones[14] de dosis de vacunas contra el Covid-19 han sido inyectadas a través del mundo, en la campaña de vacunación más ambiciosa y rápida en la historia de la humanidad. La gran mayoría de esas dosis son de novedosas vacunas basadas en ARNm, tecnología usada por primera vez en la historia, la cual Katalin Karikó, ahora Senior Vice President de BioNTech, ayudó a desarrollar durante las últimas décadas.

La vida es un pánico en un teatro en fuego decía Jean Paul Sartre. Los grandes eventos del escenario global suelen concentrar la atención de los gobiernos y los análisis de

[9] Encargado de Relaciones Internacionales del Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e innovación.
[10] Revista Time; 3 de enero 1983; Vol. 121 N°1
[11] https://www.usg.edu/galileo/skills/unit07/internet07_02.phtml
[12] Revista The Economist; 18 de diciembre 2021.
[13] https://www.washingtonpost.com/health/2021/10/01/katalin-kariko-covid-vaccines/
[14] https://www.bloomberg.com/graphics/covid-vaccine-tracker-global-distribution/

los especialistas. La caída del muro de Berlín, el fin de la Unión Soviética, la guerra de los Balkanes, los atentados del 11 de septiembre de 2001, la invasión de Afganistán e Irak, la crisis financiera de 2008, el Brexit, la elección de Donald Trump, la pandemia del Covid 19: todos estos eventos son hitos que marcaron las relaciones internacionales en los últimos 40 años. Pero hay muchos otros eventos, más pequeños, hasta insignificantes, que pasaron desapercibidos durante años y que poco a poco se fueron consolidando hasta volverse inevitables.

Fueron pocos los que creyeron que el computador o internet iban a transformar el mundo; menos los que pensaron que los estudios de una postdoctorante húngara podrían ser la clave para enfrentar una pandemia décadas más tarde. Pocos también los que pensaron durante la primera conferencia mundial sobre el cambio climático que iban a demorarse casi 40 años para que la evidencia científica se volvería irrefutable. Muchos menos fueron los que pensaron que a la caída del muro de Berlín y el fin de la Unión Soviética le sucedería el surgimiento de China como potencia mundial, el renacimiento de Rusia como actor geopolítico global y el declive de Estados Unidos como el símbolo de la democracia a nivel mundial.

Los cambios son rara vez tan abruptos y telúricos como la pandemia actual, que en pocos meses cambió la vida diaria de la gran mayoría de los habitantes de este planeta. Por lo general son lentos e invisibles, subterráneos y acumulativos hasta juntar la energía y la materialidad que los transmuta en irreversibles e ineluctables.

Entender el mundo de hoy se ha convertido en una tarea cada vez más compleja. El filósofo Timothy Morton acuñó el término hiperobjeto para referirse a hechos tan amplios y complejos, tan transcendentes en el tiempo y el espacio en sus extensiones, que son imposibles de aprehender. La complejidad y velocidad de los cambios que hemos vivido en las últimas décadas hacen muy difícil poder analizar y entender cada cambio antes de que uno nuevo lo suceda, transforme o potencie. Una cosa es conectarse todos los días a nuestros computadores, otra cosa es entender el impacto y transcendencia de una red digital global que mantiene permanentemente conectada a billones de personas, y aparatos, sin importarle fronteras, regímenes políticos o nacionalidades.

Las vacunas basadas en ARNm han permitido salvar millones de vidas y enfrentar una pandemia única en la historia. Más difícil es concebir lo que significa tener la capacidad de alterar radical y irreversiblemente nuestra biosfera mediante la reprogramación de las moléculas de ADN que constituyen la base biológica de todos los seres vivientes de este planeta. Alteraciones que tampoco respetarían fronteras, regímenes políticos o nacionalidades.

Estamos frente a una multiplicidad de desafíos globales que ponen en dificultad la capacidad de la humanidad y, por consiguiente, de la diplomacia, para enfrentar fenómenos complejos a escala global. Estos desafíos globales comparten tres características: una dimensión científica;

una trascendencia de las fronteras nacionales y la imposibilidad de ser remediados por un solo actor[15].

¿Está preparada la diplomacia para estos desafíos? ¿Tiene la capacidad para buscar y encontrar respuestas globales a fenómenos difíciles de comprender que desafían los fundamentos mismos del Estado Nación y de la diplomacia? Lamentablemente, no.

Como plantea el think tank suizo, Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA), las comunidades diplomáticas y científicas son silos que permanecen alejados profesionalmente, educacionalmente, culturalmente y valóricamente[16]. Nos vemos entonces enfrentados a desafíos cuya complejidad requiere de capacidades científicas muy avanzadas para poder comprenderlos y cuya solución depende una coordinación global que solamente la diplomacia puede brindar, pero cuyo despliegue se ve amenazado por un contexto de tensiones geopolíticas crecientes.

Conviene analizar más en detalle las transformaciones radicales y profundamente complejas al ámbito de acción de la diplomacia que implican los desarrollos de los últimos 30 años en transformación digital; biorevolución y cambio climático. Además de revisar brevemente las nuevas tensiones geopolíticas actuales. Cada uno de estos temas podría abarcar varios libros por lo que las siguientes páginas no apuntan a una revisión exhaustiva de cada una de las temáticas, sino más bien a una contextualización general que permita entrever la magnitud del impacto y mostrar como el futuro ya se hizo presente.

De avatares de simios y terrenos virtuales

Para apoyar el análisis del universo digital que nos envuelve, usaremos el concepto de dataesfera. Este se refiere a la "representación de un nuevo conjunto espacial formado por la totalidad de los datos digitales y de las tecnologías que le subyacen, al igual que sus interacciones con el mundo físico, humano y político en el cual está inserto"[17]. El concepto es de utilidad porque permite entender la interdependencia entre el mundo físico y el digital en vez de concentrarse únicamente sobre la producción de datos digitales y el ciberespacio.

La dataesfera ha cubierto la superficie de la tierra, de una red digital y física, creando una nueva cartografía para cada aspecto de nuestras vidas. En 2000, Internet conectaba solamente a 7% del mundo[18]. En 2021, esa cifra llegó a 65,6% con más de 5 billones de usuarios[19]. Este nuevo mapa mundial cubre 51 billones de hectáreas, conecta a 15 billones de máquinas, tiene la atención de más de 5 billones de seres humanos y consume más de 5% de la electricidad

[15] https://gesda.global/

[16] Think Tank suizo, Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA)

[17] Hérodote, Revue de Géographie et de Géopolitique; Géopolitique de la Datasphère. 2 et 3 trimestres 2020, Nº177 -178.

[18] https://ourworldindata.org/internet

[19] https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm

mundial[20]. Existen más de 60 trillones de páginas web, casi 10.000 por cada habitante del mundo, y cada año se producen 8 millones de canciones nuevas, 2 millones de libros, 16 mil películas, 30 millones de posts en blogs y 182 millones de tweets[21]. Cada minuto se conectan 1,3 millones de personas a Facebook,se realizan 4,1 millones de búsquedas en Google, se ven 4,7 millones de videos en YouTube y se realizan compras por 1,1 millón de dólares en línea[22].

Esta red digital tiene una contraparte física. Nuestra conexión a internet puede ser inalámbrica, pero ese es el último paso. Antes de llegar a ese punto, la información debe pasar por muchas capas de infraestructura. Se estima que existen actualmente 3 millones de datacenters de 500 metros cuadrados, 10.000 de un tamaño cercano a los 24 mil metros cuadrados y más de 500 "hyperscale" que pueden alcanzar tamaños superiores a los 100 mil metros cuadrados[23]. Para conectar los data centers, hemos tejido una red global de 420 cables submarinos de fibra óptica que se extienden por más de 1,3 millones de kilómetros. Estos cables trasmiten el 95% de la información que encontramos en internet[24]. 66% de esta infraestructura crítica es propiedad de cuatro empresas tecnológicas: Google, Microsoft, Meta y Amazon[25].

Más allá de estas cifras estratosféricas y de los mercados destruidos y/o creados, varios autores están planteando que la dataesfera va mucho más allá de la destrucción creativa, de acuerdo al sentido de Joseph Schumpeter: se encuentra alterando los cimientos mismos de la economía global. Para Viktor Mayer-Schönberger y Thomas Ramge, la información está reemplazando el rol del capital como indicador de confianza y poder en el capitalismo financiero global[26]. Otras fuentes de información están complementando y reemplazando el rol del capital e incluso la información podría reemplazar al dinero para nuestras transacciones. En la práctica, es lo que sucede cada vez que buscamos información en Google.

En una línea similar, Paul Mason, plantea que el capitalismo ya no es capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías porque la información tiene una tendencia espontánea para disolver los mercados, destruir la propiedad y quebrar la relación entre trabajo y salarios[27]. Otra muestra de la profunda capacidad transformativa de la dataesfera es la desmaterialización que ha provocado en la economía global. Entre 1977 y 2000, la relación entre PIB y kg de materiales se duplicó pasando de 1,64 dólares a 3,58 dólares. La dataesfera no solamente nos conecta, sino que al mismo tiempo ha producido un estado de

[20] Kelly, Kevin; The inevitable ; Understanding the 12 technological forces that will shape our future.
[21] Kelly, Kevin; The inevitable ; Understanding the 12 technological forces that will shape our future.
[22] Pitron, Guillaume. L´Enfer numérique – voyage au bout d´un like. Éditions Les liens qui Libèrent. 2021
[23] Pitron, Guillaume. L´Enfer numérique – voyage au bout d´un like. Éditions Les liens qui Libèrent. 2021
[24]https://www.wsj.com/articles/google-amazon-meta-and-microsoft-weave-a-fiber-optic-web-of-power-11642222824
[25]https://www.wsj.com/articles/google-amazon-meta-and-microsoft-weave-a-fiber-optic-web-of-power-11642222824
[26] Reinventing Capitalism in the Age of Big Data; Viktor Mayer-Schönberger, Thomas Ramge.
[27] Mason, Paul. Postcapitalism, A guide to our future.

ingravidez en la economía global. Bits por kilos.

La obra de arte que alcanzó el mayor precio de venta en 2021 fue "Femme assise près d´une fenêtre", pintura de 1932 de Pablo Picasso vendida en 103 millones de euros. Fue seguida de obras de Jean-Michel Basquiat, Botticelli, Rothko y Giacometti, todos artistas de renombre. La sorpresa es que un NFT, por Non Fungible Token, es decir una obra digital, fácilmente copiable y reproducible, también estuviera dentro de las obras de arte de mayor valor. "Everydays: The First 5000 Days", composición digital del artista Beeple, se vendió por 69,3 millones de dólares en una subasta de Christie´s en Nueva York[28]. El crypto-arte tomando por asalto el mercado.

Sería fácil considerar esta venta y los NFT como alguna excentricidad pasajera. Sin embargo, el mercado mundial de los NFT llegó a los 41 billones de dólares en 2021, casi alcanzando el mercado tradicional del arte que alcanzó los 50 billones de dólares[29]. Cualquier elemento digital puede ser un NFT. Un tweet, como el que Jack Dorsey, fundador de Twitter vendió en 3 millones de dólares[30]. Una animación de un gato-torta dejando una estela de arcoíris que se vendió en 600 mil dólares[31] o zapatillas virtuales, diseñadas por el artista Fewocious de 18 años, que se vendieron en solamente 6 minutos por 3 millones de dólares[32]. Después de esa venta, Nike anunció la adquisición de la empresa que organizó esa subasta de zapatillas virtuales[33]. Adidas no se quiso quedar atrás y anunció una cooperación con Bored Apes Yatch Club (BAYC)[34], una colección de avatares de simios que ha generado millones de dólares en venta y cuyo precio de ingreso es de 276 mil dólares[35]. Los avatares de simios superando celebres marcas de relojes suizos como símbolo de estatus.

Para muchos, los NFT son una muestra del potencial del metaverso. Mark Zuckerberg puso el término en la palestra mundial al anunciar que Facebook cambiaba de nombre a Meta para reflejar "lo que somos y lo que pretendemos construir"[36]. Para muchos, el anuncio de Zuckerberg podría ser solamente una estrategia de marketing, un cambio de marca para alejarse de las criticas crecientes que ha tenido que enfrentar desde 2016 con el episodio de entrega de datos personales a Cambridge Analytica y la campaña que facilitó la elección de Donald Trump. Sin embargo, la evidencia se acumula para demostrar que es más bien el futuro cercano de internet. Su nueva evolución y metamorfosis.

Epic Games, la empresa que creó el videojuego Fortnite, que cuenta con 390 millones de jugadores inscritos, anunció una

[28] https://news.artnet.com/market/ten-expensive-lots-sold-auction-2021-2051948

[29] https://markets.businessinsider.com/news/currencies/nft-market-41-billion-nearing-fine-art-market-size-2022-1

[30] https://www.theverge.com/22310188/nft-explainer-what-is-blockchain-crypto-art-faq

[31] https://www.nytimes.com/2021/02/22/business/nft-nba-top-shot-crypto.html

[32] https://hypebeast.com/2021/3/rtfkt-studios-fewocious-sale-nfts

[33] https://www.businessinsider.com/nike-acquires-rtfkt-as-it-accelerates-metaverse-play-2021-12

[34] https://www.inputmag.com/style/adidas-bored-ape-yacht-club-nft-collection-metaverse-nfts-digital-sneakers-shoes-clothes

[35] https://www.cnet.com/how-to/bored-ape-yacht-club-nfts-everything-you-need-to-know/

[36] https://www.theverge.com/2021/10/28/22745234/facebook-new-name-meta-metaverse-zuckerberg-rebrand

inversión de 1 billón de dólares en el metaverso; Niantic, la empresa detrás de Pokemón Go, una inversión de 300 millones de dólares[37]; a los que se suman Nvidia, Microsoft, Tencent, Apple y hasta Walmart, que está planeando vender productos digitales[38].

No hay empresa tecnológica que no esté desarrollando planes para el metaverso, y muchas empresas no tecnológicas también están analizando la oportunidad que ofrece. La razón es simple: ser los primeros en crear y aprovechar un nuevo mercado digital casi inexistente hasta ahora.

El metaverso puede parecer futurista, pero las ventas que genera son muy reales. En 2021, una empresa compró un terreno virtual por 2,4 millones de dólares en Decentraland, plataforma de realidad virtual inaugurada en 2020[39]. En otro metaverso, Sandbox, se registró otro récord con la venta de un mega yacht virtual por 650 mil dólares[40]. Hasta la diplomacia se está acercando al metaverso con el anuncio de Barbados de ser la primera nación con una embajada en el metaverso de Decentraland[41].

Muchos de estos metaversos, y los que vendrán, están basados en la tecnología de blockchain, conocida por otro símbolo de la desmaterialización de la economía: las criptomonedas. Bitcoin es la más famosa debido al alto precio al que ha llegado, pero hay muchas otras: Ethereum; Litecoin, Monero, Tether, Cardano. El mercado total de Bitcoin está avaluado en 1,03 trillones de dólares[42]. Las criptomonedas son un tema demasiado extenso y relevante para este artículo, pero qué mejor ejemplo de la ingravidez de la economía digital que el éxito masivo de divisas digitales con control decentralizado alejado de cualquier banco central. Una institución central al funcionamiento de la economía global, creada en el siglo 17, está siendo desplazada por una moneda digital creada en el 2008, que surgió como respuesta a la crisis financiera.

La ingravidez es particularmente relevante para un país como Chile. Nuestra economía está basada en la exportación de materias primas. De toneladas de insumos materiales. Uno de los mayores logros de nuestra diplomacia, reconocido transversalmente a pesar de ciertas críticas, es la política de Tratados de Libre Comercio que abrieron las puertas del mundo a nuestros productos. ¿Qué implicancia tiene la desmaterialización de la economía global para el desarrollo de Chile? ¿Qué desafíos implica para nuestra diplomacia y su estrategia de tratados de libre comercio?

De esquirlas digitales, muros de silicio y data-colonialismo.

[37] https://www.xrtoday.com/virtual-reality/who-is-building-the-metaverse-a-group-of-160-companies-and-you/

[38] https://www.theverge.com/2022/1/16/22887011/walmart-metaverse-nft-cryptocurrency

[39] https://www.reuters.com/markets/currencies/virtual-real-estate-plot-sells-record-24-million-2021-11-23/

[40] https://www.prestigeonline.com/my/pursuits/wealth/nft-mega-yacht-sold-in-sandbox-virtual-world/

[41] https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-12-14/barbados-tries-digital-diplomacy-with-planned-metaverse-embassy

[42] https://www.investopedia.com/tech/how-much-worlds-money-bitcoin/

La primera década del siglo 21 estuvo marcada por un profundo entusiasmo respecto a los beneficios de un mundo cada vez más conectado. Facebook, lanzado en 2004; YouTube en 2005; Twitter en 2006, Whatsapp en 2009, eran aún novedades que convencieron a muchos, particularmente durante la primavera árabe, de los beneficios de las nuevas tecnologías para el avance de la democracia a nivel global. En 2022, la acumulación de evidencia nos obliga a reconocer que esa mirada inicial era profundamente ingenua.

A la par de los desarrollos más positivos de la dataesfera, se fueron desarrollando aspectos mucho más perjudiciales y peligrosos a todo nivel, desde lo personal e íntimo a lo geopolítico. Las mismas tecnologías que nos permiten estar más conectados cada día, les permiten a países atacar e inhabilitar infraestructuras críticas de otros países sin mediar ninguna invasión física; permiten a otros países usar el cibercrimen para financiar sus operaciones; permiten también explotar los datos de millones de personas para influenciar el resultado de elecciones presidenciales; y crear una red global de vigilancia de datos a escala global, transformando internet en una red de vigilancia mundial para recolectar, almacenar, monitorear y analizar todas las comunicaciones electrónicas de todas las personas en el planeta.

En 2007, los ciberataques estaban ausentes en la evaluación de riesgos globales de las agencias de inteligencia de los Estados Unidos. El terrorismo seguía al tope de ese listado desde 2001. Ahora las amenazas cibernéticas, desde los ataques paralizantes a infraestructuras críticas hasta los esfuerzos de desestabilización de las instituciones democráticas, están hace varios años descritas como las principales amenazas a la seguridad global[43].

En poco más de una década, el ciberespacio se transformó en un campo de batalla global, transnacional, que no respeta fronteras ni ninguna métrica tradicional e histórica de los conflictos del siglo pasado. Debido a esto, el ciberespacio se ha transformado en una prioridad estratégica de muchos estados, que lo representan como una amenaza geopolítica a la seguridad nacional, justificando así su militarización a pesar de los riesgos sistémicos ligados a la proliferación de armas digitales[44].

No deja de ser irónico que cuando el Secretario de Defensa de los Estados Unidos, Leon E. Panetta, advertía del riesgo de un "cyber – Pearl Harbor"[45], su país ya había lanzado hace varios años el ataque que ahora es considerado como la primera salva de los conflictos cibernéticos modernos[46]. La Operación Juegos Olímpicos fue desarrollada en conjunto por los Estados Unidos e Israel para frenar el desarrollo del programa nuclear de Irán. Mediante la creación de un gusano informático denominado Stuxnet, lograron

[43] Sanger, David E.; The Perfect Weapon: War, Sabotage, and Fear in the Cyber Age

[44] Hérodote, Revue de Géographie et de Géopolitique ; Géopolitique de la Datasphère. 2 et 3 trimestres 2020, Nº177 -178.

[45] https://www.nytimes.com/2012/10/12/world/panetta-warns-of-dire-threat-of-cyberattack.html

[46] Sanger, David E.; The Perfect Weapon: War, Sabotage, and Fear in the Cyber Age

destruir las centrifugas de enriquecimiento de uranio en la central de Natanz en Irán.

La operación fue un éxito al atrasar los planes nucleares iraníes en varios años. Sin embargo, fiel a su naturaleza, el virus informático más poderoso creado hasta entonces no se quedó confinando entre las paredes de Natanz. La operación secreta quedó expuesta a la vista del mundo dejando en evidencia que Estados Unidos había cruzado la línea del espionaje defensivo, para adentrarse en el terreno del ataque cibernético. Una nueva arma que desató una carrera armamentística en el ciberespacio.

Shamoon, Wannacry y NotPetya son virus informáticos directamente derivados de Stuxnet, de Flame o EternalBlue, malwares también creados por Estados Unidos e Israel. Shamoon afectó Aramco, una de las mayores empresas petroleras a nivel mundial, en 2012, dejando inoperativos 30 mil computadores que usaban Windows. La empresa tuvo que cortar su red interna, vio afectadas sus operaciones y se demoró 2 semanas en volver a la normalidad[47]. WannaCry fue un ciberataque mundial en mayo del 2017. Afectó más de 200 mil computadores en 150 países entre hospitales, bancos y servicios de transporte. El impacto económico fue avaluado en 4 billones de dólares[48]. El ataque habría sido más devastador si no fuera por un joven hacker que descubrió casi por casualidad el killswitch del virus al registrar un dominio a su nombre[49]. NotPetya también afectó el mundo y hasta ahora es el ciberataque más costoso y destructivo de la historia. Paralizó la operación mundial de Maersk, infectando todos sus sistemas conectados a internet. Se necesitaron 600 personas y 10 días para reconstruir la red interna y volver a operar. El costo para Maersk fue de 300 millones de dólares, además de una pesadilla logística mundial. El costo total del ataque fue de 10 billones de dólares[50].

Shanoon fue atribuido a Irán; WannaCry a Corea del Norte y NoTPetya a Russia[51]. A la base son armas digitales desarrolladas por Estados Unidos que terminaron en manos de otros estados para ser usadas en cualquier parte del mundo en cualquier momento. Algunos de esos virus siguen siendo usados hoy en día, dejando claro que las ciberarmas no están muy lejos conceptualmente de las armas nucleares y de la no proliferación y disuasión nuclear. Demuestran también que las ciberarmas no discriminan a sus víctimas. Para expertos como David Sanger, la vulnerabilidad creciente a los hackeos o intentos de hackeo que sufrimos todos es el equivalente digital de las esquirlas de una bomba proveniente de una guerra creciente entre estados en el ciberespacio[52].

Las armas digitales son una capacidad reciente en el arsenal bélico y político de los estados. Una nueva capacidad

[47]https://www.nytimes.com/2012/10/24/business/global/cyberattack-on-saudi-oil-firm-disquiets-us.html
[48]https://www.cbsnews.com/news/wannacry-ransomware-attacks-wannacry-virus-losses/
[49] Sanger, David E.; The Perfect Weapon: War, Sabotage, and Fear in the Cyber Age
[50] https://www.hypr.com/notpetya/
[51] Sanger, David E.; The Perfect Weapon: War, Sabotage, and Fear in the Cyber Age
[52] Sanger, David E.; The Perfect Weapon: War, Sabotage, and Fear in the Cyber Age

científicamente compleja, pero fácilmente usable por una variedad de actores grandes y pequeños. Para Lukas Kello, un aspecto fundamental de estas armas es que son incompatibles con la preservación de un orden y una paz global, sin los cuales no podría existir una sociedad internacional. Para este autor, lo que existe actualmente es un estado de no-paz (unpeace), una rivalidad de mediana intensidad que no alcanza el nivel de destrucción física propio de la guerra, pero cuyos efectos nocivos superan lo tolerable para la paz[53]. Para Taylor Owen, la dataesfera altera fundamentalmente la noción westfaliana de soberanía porque los estados nación ya no son capaces de ejercer el poder como antes[54].

Para el historiador Yuval Noah Harari, estamos en las primeras etapas de una guerra fría digital, en la cual la cortina de hierro ha sido reemplazada por una cortina de silicio que divide el mundo. El lado de la cortina depende del código que está en el aparato que usamos y dónde se envía nuestra información. Plantea la noción de colonialismo de datos con una pregunta muy relevante: ¿Qué pasará en 10 o 20 años cuando toda la información personal de los políticos, los periodistas, los jueces y los militares de un país se concentre en Beijing o en San Francisco? ¿Se trata aún de un país independiente y soberano o se trata de una colonia de datos?[55]

La dataesfera toma por asalto los cimientos del orden mundial del siglo 20, es decir, de las fronteras, la soberanía del Estado Nación, la seguridad nacional e internacional, el comercio mundial, la arquitectura del derecho internacional y de las instituciones que permitieron la paz después de la segunda guerra mundial.

La presión es doble porque el desarrollo digital es parte integral de nuestras vidas y es un prerrequisito para el desarrollo económico y social en este siglo. Pero, al mismo tiempo, nos hace a todos más vulnerables, erosionando, lenta y progresivamente, los cimientos internacionales del mundo que hemos conocido desde 1945. Los avances en inteligencia artificial y computación cuántica no harán más que aumentar esa vulnerabilidad y esa erosión.

Algunos han planteado la creación de una Convención de Ginebra digital. Podríamos agregar que se necesitaría lo mismo para variados instrumentos y organizaciones multilaterales que constituyen la base del orden liberal contemporáneo: ¿de qué sirve un tratado basado en la geografía – la OTAN- si cualquier lugar del mundo es vulnerable a un ataque desde cualquier lugar?; ¿cómo se evita la proliferación de algo que está en todas partes?; o, ¿cuáles reglas comerciales se necesitan para el metaverso?

La dificultad radica en la complejidad para aprehender una nueva geografía digital del planeta, un nuevo mundo cibernético que evoluciona cada día producto de las

[53] Kello, Lucas. The virtual weapon and international order.
[54] Owen, Taylor. Disruptive power: the crisis of the State in the digital age.
[55] https://www.youtube.com/watch?v=KlFMEeOer3E

interacciones de millones de personas. Necesitamos nuevos mapas y nuevas formas de hacer estos mapas porque, parafraseando a Taylor Owen[56], si la diplomacia tradicional no logra operar en la dataesfera, ¿qué implicancias tiene para la relevancia misma de la diplomacia?

La pregunta es clave para la diplomacia chilena que ha basado sus esfuerzos, con notables logros, en el respeto del derecho internacional, el compromiso por la paz y la seguridad internacional, la defensa de la democracia y de los derechos humanos. ¿Cómo seguimos defendiendo esos principios en el mundo digital que emerge y se consolida y que interactúa de forma constante y cada vez más compleja con el mundo físico en el cual esos principios se desarrollaron?

De unicornios y corazones de cerdos

En paralelo a la emergencia de un nuevo mapa digital global, las últimas décadas también han visto los avances de una nueva cartografía de la información que constituye la base del funcionamiento de todos los organismos vivos.

El término biorevolución hace referencia a la conjunción de los avances en ciencias biológicas con los avances en computación, automatización e inteligencia artificial. Las vacunas basadas en ARNm son una de las demostraciones del impacto que puede tener está revolución que viene gestándose hace décadas.

Los potenciales beneficios de estos avances son enormes. Un informe del McKinsey Global Institute estima que tanto el impacto directo de estos desarrollos como la generación de valor podría ser de 2 a 4 trillones de dólares entre 2030 y 2040. Más allá de las vacunas actuales, el informe también estima los avances podrían reducir por la mitad la carga de las enfermedades globales en la salud humana. Los beneficios podrían extenderse a la agricultura, la energía e incluso a la lucha contra el calentamiento global[57].

Lamentablemente, los riesgos son tan altos como los potenciales beneficios. La biología no respeta fronteras por lo que modificaciones genéticas heredables, como las que se están probando para los mosquitos vectores de la malaria, podrían alterar permanentemente ecosistemas completos.

A pesar de lo revolucionario de la tecnología, las barreras de entradas son muy bajas, facilitando usos malintencionados. De la misma forma, las posibilidades de modificaciones genéticas hacen surgir preguntas éticas y morales muy profundas que podrían tener respuestas muy disimiles en diferentes países. El acceso a la estructura genética de cada persona también levanta complejas preguntas sobre privacidad y protección de datos personales. Finalmente, el avance de estas tecnologías conlleva el desafío de la capacidad efectiva para potenciar y perpetuar, a nivel genético, las

[56] Owen, Taylor. Disruptive power: the crisis of the State in the digital age.

[57] https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/the-bio-revolution-innovations-transforming-economies-societies-and-our-lives

profundas disparidades socioeconómicas que existen en el mundo[58].

En 2020, el premio Nobel de Química fue otorgado a las científicas Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier por el desarrollo de CRISPR, el método de edición genética más poderoso jamás descubierto. El equivalente genético de un procesador de palabras en el computador. Gracias a esta tecnología se puede llegar a editar cada letra de una secuencia genética. El ADN moldeable a nivel granular.

Para Doudna, CRISPR revolucionará el mundo, sin importar si estamos preparados o no. Edición de embriones, cultivos de mayor rendimiento, alimentos más nutritivos, órganos de animales para transplantes humanos, mamuts y hasta unicornios. Para esta misma especialista, tenemos ahora el poder de alterar radical e irreversiblemente nuestra biosfera, manipulando las moléculas de la vida sobre el planeta[59].

En noviembre de 2018, un científico chino anunció al mundo el nacimiento de dos gemelas, cuyos embriones habían sido editados genéticamente usando CRISPR para desarrollar una resistencia genética al VIH/SIDA[60]. La indignación fue mundial y transversal. No solamente se habían traspasado normas éticas fundamentales en medicina, sino que también se había dado inicio a la era en la cual podemos editar los genes de futuras generaciones al alterar la línea germinal de los seres humanos, las células que transmiten su material genético a la progenie.

La pregunta dejó de ser retórica y ciencia ficción. Muchos científicos llamaron a una moratoria global a ese tipo de manipulaciones genéticas, pero dada la facilidad de uso de la técnica es difícil impedir completamente que otros científicos sigan usandola. La Organización Mundial de la Salud emitió en 2021 sus primeras recomendaciones sobre la materia, proponiendo una pausa en el uso de la técnica y una base de datos global de la edición de genes[61].

Más recientemente, y siguiendo estrictos protocolos médicos y éticos, se realizó un exitoso xenotraspante en un ser humano. Un hombre de 57 años con una enfermedad cardiaca congenita, recibió el corazón de un cerdo editado genéticamente. No hubo indignación en este caso porque el éxito de esta cirugía ofrece esperanza frente a la escasez mundial de órganos humanos para trasplantes[62]. Sin embargo, también se generan muchas preguntas éticas sobre la manipulación genética de animales para beneficios humanos; la posibilidad de transmisión de enfermedades entre especies, las desigualdades de acceso que pueden tener este tipo de cirugías o las implicancias para ciertas religiones y credos de este tipo de transplantes.

[58] https://www.mckinsey.com/mgi/overview/in-the-news/the-promise-and-peril-of-the-bio-revolution

[59] Doudna A. Jennifer, Sternberg, Samuel H.; A crack in Creation: Gene editing and the unthinkable power to control evolution.

[60]https://www.statnews.com/2018/12/17/crispr-shocker-genome-editing-scientist-he-jiankui/

[61]https://www.voanews.com/a/science-health_who-recommends-global-gene-editing-database/6208161.html

[62]https://www.nytimes.com/2022/01/10/health/heart-transplant-pig-bennett.html

Estos son solamente dos ejemplos del inmenso potencial de transformación asociado a la biorevolución. Doudna plantea un aspecto muy relevante al plantear que tenemos la responsabilidad de considerar de antemano las ramificaciones de esta tecnología y de abrir una conversación global, pública e inclusiva, para aprovechar de la mejor forma los potenciales beneficios. Es enfática al insistir que si no se planifican las reglas internacionales ahora, puede que nunca más tengamos la oportunidad de hacerlo[63].

Podemos estar de acuerdo que se necesitan reglas, pero la pregunta de qué reglas se necesitan puede ser más difícil de contestar. ¿Cómo podemos regular una tecnología de relativo fácil acceso, muchas veces invisible, pero con el potencial de alterar hasta la genética de generaciones futuras y de ecosistemas completos? ¿Qué reglas se requieren para que la tecnología sea usada de buena forma en avances para la agricultura o para combatir el cambio climático, pero al mismo tiempo evite los riesgos más catastróficos? ¿Qué rol debe jugar la diplomacia en el establecimiento de esas reglas?

De refugiados climáticos y nuevos conflictos geopolíticos

Junto a estas revoluciones digitales y biológicas, en las últimas décadas el cambio climático pasó de ser una amenaza futura a una realidad muy presente para millones de personas en el mundo. Hasta ahora, la temperatura global se ha elevado 1,2 grados Celsius desde la revolución industrial. El escenario más optimista, que consiste en la implementación total de los objetivos de la COP21, incluyendo la carbono-neutralidad, los objetivos vinculantes a largo plazo y las contribuciones determinadas a nivel nacional, proyecta que la elevación llegaría a 1,8 centígrados. La más pesimista, a 2,7 centígrados[64]. Es decir que incluso en el mejor de los casos, es inevitable que los efectos negativos que ya estamos viviendo como temperaturas extremas, sequías, derretimiento de los polos, y sus impactos, sigan aumentando e intensificándose.

Un reciente reporte del Departamento de Defensa de los Estados Unidos plantea que el cambio climático está reconfigurando los entornos geoestratégicos, operacionales y tácticos, afectando directamente la seguridad nacional de ese país[65]. Competencia por recursos naturales escasos, mayores desastres humanitarios, aumento de tensiones políticas y sociales, inestabilidad global: el reporte parece más una Caja de Pandora que un análisis estratégico-militar. Estos riesgos no son nuevos, pero el cambio climático afecta su frecuencia, intensidad y ubicación, aumentando la vulnerabilidad y agravando las amenazas[66]. Para el Belfer Center de Harvard, el cambio climático es una

[63] Doudna A. Jennifer, Sternberg, Samuel H.; A crack in Creation: Gene editing and the unthinkable power to control evolution.
[64] https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/09/cop26-sets-course-for-disastrous-heating-of-more-than-24c-says-key-report

[65] Department of Defense Climate Risk Analysis. October 2021
[66] Department of Defense Climate Risk Analysis. October 2021

amenaza a la seguridad internacional. Una amenaza existencial, global y que no depende de un estado, lo que la hace diferente a toda amenaza previa[67].

98% de los 30,7 millones de personas desplazadas internamente en 2020 lo hicieron debido a desastres naturales como tormentas e inundaciones. Cinco países concentran 60% de esos desplazados: China, Filipinas, Bangladesh, India y los Estados Unidos[68]. Estimaciones del Banco Mundial y de las Naciones Unidas apuntan a que de aquí a 2050, entre 143 y 250 millones de personas podrían convertirse en refugiados climáticos.

No es necesario esperar hasta 2050 para ver los impactos de estas migraciones. Desde 2014, los Estados Unidos han visto un aumento creciente de migrantes desde Centro América. En 2020, ese país reportó 1,6 millones de encuentros con migrantes a lo largo de la frontera con México. Cifra récord, 4 veces superiores al año anterior. Particularidad adicional, 63% de esos migrantes no provenían de México, cifra más elevada desde el año 2000. Ni el muro de Trump, ni los mensajes de Biden llamando a las personas a no intentar cruzar las fronteras, ni ninguna de las políticas que los Estados Unidos han implementado desde 2014 con los países vecinos y el resto de Latino América han podido frenar el flujo de migrantes.

No es muy difícil imaginarse las tensiones que flujos constantes y crecientes de migrantes alrededor del mundo pueden provocar en la estabilidad interna de los países, las relaciones internacionales y la geopolítica global. De la frontera sur de los Estados Unidos, al Canal de la Mancha, pasando por el norte de Chile y el mar mediterráneo, las tensiones son evidentes y crecientes.

El aumento de los flujos migratorios no es la única muestra del impacto del cambio climático. Una de las reaseguradoras más grandes del mundo, Swiss Reinsurance Company, examinó en 2021 como se vería afectadas las economías de 48 países, que representan 90% de la economía global, según cuatro escenarios de aumento de temperatura a 2050. El resultado no es alentador.

Sin medidas de mitigación y con un aumento de 3,2 centígrados, el impacto al producto interno bruto global sería de 18%, equivalente a 23 trillones de dólares. 14% con algunas medidas de mitigación y un aumento de 2,6 centígrados. 11% con mayores medidas de mitigación y un aumento de 2 centígrados. 4% si se cumplen los acuerdos de París y el aumento se mantiene bajo los 2 centígrados. Asia sería el continente más afectado en el escenario más pesimista, con China perdiendo 24% de su PIB. En el mismo escenario, Estados Unidos perdería 10% de su PIB y Europa 11%. Países menos desarrollados sufrirían un impacto aún mayor. Malasia, Filipinas y Tailandia verían una disminución de 50% del PIB, Indonesia 40% e India 35%. Para Swiss

[67]https://www.belfercenter.org/publication/report-climate-change-intelligence-and-global-security

[68]https://www.migrationdataportal.org/themes/environmental_migration_and_statistics

Re, el cambio climático es la mayor amenaza a largo plazo para la economía global[69].

A modo de referencia, según el Fondo Monetario Internacional, el PIB global se redujo 3,5% en 2020 debido a la pandemia[70]. Por su lado, la Gran Recesión de 2008 provocó una pérdida de 2 trillones de dólares, o 4%, del PIB global[71]. Aún estamos viviendo las repercusiones de estas dos crisis, a las que se sumarán de forma acumulativa, hasta en el mejor escenario, las consecuencias económicas globales del cambio climático. La gran diferencia entre estas crisis es que gran parte de las pérdidas económicas relacionadas al cambio climático serían permanentes debido a la pérdida irremediable, al menos a escala humana, de ecosistemas y zonas de producción agrícola entre otros.

Al impacto económico también se suman nuevos espacios de confrontación geopolítica. El Secretario de Estado de los Estados Unidos Mike Pompeo declaró en Finlandia en 2020 que el Ártico se había convertido en una arena de competencia global y que los 8 países del ártico debían adaptarse a ese nuevo futuro[72]. Nuevas rutas comerciales, que podrían reducir en 40% la distancia entre Asia y Europa, y que se multiplicarían cuando la zona quede sin hielo en el verano en 2040; explotación de recursos naturales, incluyendo uranio y tierras raras, pero también petróleo y gas natural; y lucha por la soberanía para acceder a esos recursos[73], explican las palabras del Secretario de Estado.

El cambio climático en esa región del mundo está creando un vacío en el derecho internacional. La Convención de las Naciones Unidades sobre el Derecho del Mar permite la explotación de recursos hasta 370 kilómetros de las costas de un país. Muchos de los recursos naturales del ártico están fuera de esos límites y del alcance de las organizaciones internacionales y el derretimiento de los polos están permitiendo o permitirá un acceso creciente a esos recursos[74]. Hasta China ha hecho explícito su interés por la región, destacando en su plan quinquenal 2021-2025 la construcción de la Ruta Polar de la Seda y su interés de participar en el desarrollo de esa zona geográfica. Interés que también extienden a la Antártica[75].

Denotando una falta de creatividad mezclada de una ausencia de términos para reflejar adecuadamente estas nuevas tensiones geopolíticas, el conflicto creciendo entre potencias en el Ártico ha sido denominado, otro más, como una nueva guerra fría[76]. ¿Cómo se denominará el conflicto en 2048, cuando deba ser revisado el Tratado Antártico incluyendo su prohibición de explotación de recursos y su

[69] https://www.swissre.com/media/news-releases/nr-20210422-economics-of-climate-change-risks.html

[70] https://www.brookings.edu/research/social-and-economic-impact-of-covid-19/

[71] https://www.washingtonpost.com/business/economy/a-guide-to-the-financial-crisis--10-years-later/2018/09/10/114b76ba-af10-11e8-a20b-5f4f84429666_story.html

[72] https://www.cbc.ca/news/world/pompeo-arctic-speech-finland-1.5124219

[73] https://www.politico.eu/article/5-races-for-the-arctic-trade-resources-supremacy-tourism-salvation/

[74] https://hir.harvard.edu/the-arctic-circle/

[75] https://www.reuters.com/article/us-china-parliament-polar-idUSKBN2AX09F

[76] https://www.nationalgeographic.com/adventure/article/how-climate-change-is-setting-the-stage-for-the-new-arctic-cold-war-feature

congelamiento de las disputas sobre la soberanía de ese continente? ¿Será capaz la diplomacia mundial de luchar contra las pulsiones geopolíticas crecientes y renovar ese tratado en su estado actual? Estas preguntas y la capacidad, o necesidad, de coordinar respuestas globales para problemas globales son fundamentales para las décadas que vienen, pero son cada vez más difíciles en el contexto actual de tensiones geopolíticas.

Una nueva era geopolítica

La ceremonia de apertura de los juegos olímpicos de Beijing en 2008 tenía un objetivo claro, mostrar al mundo los avances sociales, culturales, económicos y tecnológicos de China. El ejercicio propagandístico fue un éxito al ser visto por 1,5 billones de televidentes a través del mundo[77]. 14 años después, la China que inauguró los Juegos Olímpicos de invierno es un país muy diferente. No tiene la necesidad de demostrar su poderío tecnológico y económico; ni tampoco la intención de esconder sus intenciones de convertirse en la primera potencia mundial. El Imperio del Medio se transformó en el Imperio del Miedo.

En la plaza Tiananmen de Beijing, frente a 70 mil personas reunidas para celebrar los 100 años del Partido Comunista Chino, el presidente Xi Jinping fue extremadamente claro en sus advertencias a las potencias extranjeras: "El pueblo chino nunca permitirá que fuerzas extranjeras nos intimiden, oprimen o esclavicen. Cualquiera que trate de hacerlo tendrá su cabeza golpeada hasta sangrar contra el muro de hierro forjado por más de 1,4 billones de chinos"[78]. El presidente no está hablando solamente de forma metafórica. China ha aumentado y fortalecido sus capacidades militares en las últimas décadas.

Estos esfuerzos militares sumados al ambicioso proyecto de la Franja y la Ruta; los avances tecnológicos en todas las áreas incluyendo inteligencia artificial y capacidades espaciales; la compra de empresas que manejan infraestructuras críticas en todos los continentes; y la capacidad de seguir creciendo económicamente a pesar de las dificultades de la última década, han logrado unir a Estados Unidos, Europa y otras potencias en denunciar a China como una amenaza para la seguridad global[79].

Si bien las posibilidades de un conflicto militar a gran escala son bajas, una cosa es segura: hemos dejado el mundo unipolar posterior al derrumbe de la Unión Soviética y estamos entrando de lleno en un mundo en el cual China le disputará globalmente todas las áreas posibles para convertirse en la súper potencia mundial a mediano plazo. Como lo plantean los servicios de inteligencia de Estados Unidos, se trata de un cambio de época geopolítica[80].

[77]https://stillmed.olympic.org/Documents/IOC_Marketing/Broadcasting/Beijing_2008_Global_Broadcast_Overview.pdf

[78]https://www.theguardian.com/world/2021/jul/01/xi-jinping-warns-china-wont-be-bullied-100-year-anniversary-chinese-communist-party-

[79]https://www.nytimes.com/2021/06/14/world/europe/biden-nato-china-russia.html

[80] https://www.npr.org/2021/04/14/987132385/intelligence-chiefs-say-china-russia-are-biggest-threats-to-u-s

Si quedaba alguna duda sobre esa afirmación, la invasión de Ucrania por el ejército ruso las despejó por completo. En una suerte de retrofuturismo, en pocos días Putin hizo regresar al mundo a los inicios de la segunda guerra mundial y al mismo tiempo lo proyectó en un futuro distópico de desenlace incierto. Si bien muchos dudaban de la posibilidad de una invasión, las señales se venían acumulando mucho antes de tener a 100 mil soldados rusos realizando ejercicios militares en la frontera con Ucrania.

Vladimir Putin, quien ha gobernado Rusia, directa o indirectamente, desde el año 2000 no solo ha consolidado su poder en su país de la mano de un autoritarismo evidente, sino que también había dejado claro sus intenciones de exportar el modelo. En 2020 modificó la constitución vía referéndum para poder seguir compitiendo por la presidencia hasta 2036. Pero la modificación más preocupante planteaba que Rusia le brindará apoyo a los compatriotas para que puedan ejercer sus derechos, proteger sus intereses y preservar su identidad cultural rusa[81]. Fue exactamente la excusa inicial que usó Putin para la invasión, argumentando falsamente que estaba protegiendo a las poblaciones prorusas de Ucranias del régimen fascista de Kiev.

Putin siempre dejó claro que para él la caída de la Unión Soviética fue la catástrofe geopolítica más grande del siglo 20[82]. Como las capacidades económicas, militares y tecnológicas de Rusia nunca se recuperaron plenamente de la caída de la URSS, Putin desarrolló una estrategia global de confrontación basada en el desarrollo sistemático de ataques cibernéticos, incursiones militares en las ex repúblicas soviéticas y apoyo militar en conflictos lejanos.

Estonia en 2007, Lituania en 2008, Georgia en 2008, Ucrania en 2014, Alemania en 2015, Estados Unidos en 2016, todos estos países fueron víctimas de ciberataques rusos que van desde el robo de información y campañas de propaganda e influencia, hasta ataques inhabilitantes a infraestructura critica. En paralelo al despliegue de tropas en Ucrania, Rusia sigue implementando su agresiva campaña cibernética no solamente atacando sitios web del gobierno de ese país[83] sino también en países como Canadá[84]. En los últimos 20 años, los ciberataques de diversas formas, y las campañas de propaganda digital, se han convertido en el arma predilecta de Putin. La campaña militar que está llevando en Ucrania sigue el mismo modelo.

El fracaso de los planes iniciales de una rápida victoria en Ucrania, el peso de sanciones económicas sin precedentes, el aumento de los presupuestos militares en Europa, el eventual ingreso de países como Suecia y Finlandia a la OTAN y la valentía del

[81]https://www.atlanticcouncil.org/blogs/belarusalert/putins-new-constitution-spells-out-modern-russias-imperial-ambitions/
[82] https://www.nbcnews.com/id/wbna7632057

[83]https://www.theguardian.com/world/2022/jan/14/ukraine-massive-cyber-attack-government-websites-suspected-russian-hackers
[84]https://globalnews.ca/news/8533835/global-affairs-hit-with-significant-multi-day-disruption-to-it-networks-sources/

pueblo ucraniano han destrozado la fantasía imperialista de Putin de un regreso al mundo de antes de la caída del muro de Berlín. La historia no terminó entonces, y no terminará ahora, pero la neblina del conflicto actual hace muy difícil anticipar hacia donde se dirigirá.

Lo que si queda claro es que el mundo está sujeto a fuerzas centrifugas que amenazan los avances del multilateralismo y la estabilidad geopolítica mundial. Estas fuerzas también hacen mucho más difícil desarrollar las capacidades para entender y enfrentar una conjunción de desafíos globales sin precedentes.

Regreso al futuro

El futuro (y el pasado) que parecía tan lejano hace 30 o 40 años ya se (re)convirtió en realidad. Podemos y debemos seguir anticipando el futuro que vendrá, pero es aún más imprescindible regresar al futuro que ya es presente. La prospectiva es esencial, pero la adaptación es urgente.

La historia de las relaciones internacionales se construyó sobre los mapas que se dibujaron para aprehender los relieves físicos de nuestro planeta y tratar de regular las relaciones entre los estados naciones que emergieron. La arquitectura internacional que se erigió sobre esos mapas está quedando superada por la velocidad y simultaneidad de los avances que estamos viviendo. Las catedrales de las relaciones internacionales están quedando como vestigios de un mundo que está siendo transmutado de forma irremediable. Necesitamos nuevos mapas para los nuevos mundos que están emergiendo y para encontrar las soluciones necesarias para enfrentar de forma exitosa una conjunción de amenazas que debe enfrentar la humanidad.

En el espacio de poco más de una década, el mundo ha tenido que enfrentar la peor crisis económica en más de un siglo, la mayor pandemia de la historia y ahora el mayor conflicto armado desde la segunda guerra mundial. Nunca nos había tocado enfrentar estas dificultades en un mundo tan globalizado e interconectado en el cual las ondas expansivas llegan a todo el planeta en un espacio de tiempo tan reducido que los gobiernos sufren los efectos mucho antes de entender las causas de los eventos que deben enfrentar.

En paralelo a estos eventos, se fueron creando, desarrollando y consolidando avances tecnológicos que hacen entrever un cambio copernicano en la vida de todos los seres humanos. A nuestra geografía física se está sumando una nueva geografía digital, un reverso cibernético que cubre todo el planeta de un mapa a escala 1:1 hecho de 0 y 1. Junto a esta cartografía digital, nos estamos adentrando de forma irremediable en la gramática de la vida con la capacidad de reescribir a nuestro antojo cada letra del ADN que sustenta la vida biológica en este planeta. Al mismo tiempo, las causas y el riesgo que implica el cambio climático a la sobrevivencia humana se han vuelto innegables.

Si los desafíos globales que debemos enfrentar comparten todos componentes de complejidad científica, tanto en su

comprensión como en su solución, y requieren de una respuesta coordinada a escala global, entonces la diplomacia debe dotarse de una capacidad científica que vaya más allá de lo desarrollado hasta ahora por la diplomacia científica tradicional.

La diplomacia no solamente tiene que acercarse a la ciencia, sino que lo debe hacer de forma más estratégica y urgente. No basta con integrar científicos a labores diplomáticas, ni tomar decisiones en base a antecedentes científicos o promover la cooperación científica. Esas son las bases sobre las cuales se debe construir un nuevo paradigma. La diplomacia del siglo 21 debe ser científica en su esencia.

Un punto de inicio debería ser adoptar una mirada de la relación entre ciencia y diplomacia como un continuo que va desde la formación de los futuros diplomáticos hasta la inclusión activa de la ciencia en las negociaciones políticas con nuestros socios internacionales. Desde las categorías de visados hasta la participación en regímenes multilaterales como el Acuerdo de Wassenaar. Desde la colaboración con los observatorios astronómicos internacionales hasta el desarrollo de centros de investigación internacionales propios como el Centro Subantártico en Puerto Williams o el futuro Centro Antártico Internacional en Punta Arenas. Desde el apoyo a la internacionalización de las universidades hasta la promoción de nuevos acuerdos multilaterales que nos permitan establecer innovadores marcos de coordinación para un uso beneficioso de las nuevas tecnologías que están surgiendo.

Nuevas voces han planteado, con justa razón, que la política exterior de Chile debe ser irrenunciablemente humanista, feminista, cooperativa, turquesa y emprendedora[85]. Para poder avanzar en ese nuevo ciclo de la política exterior, será necesario también crear un nuevo vínculo entre la ciencia y la diplomacia. Es la única forma de poder aprehender la complejidad intrínseca de los nuevos desafíos y de construir las nuevas reglas e instituciones necesarias para encauzar la complejidad actual.

[85] Bywaters C., Cristóbal; Sepúlveda Soto, Daniela; Villar Gertner, Andrés; Nuevas voces de política exterior: Chile y el mundo en la era post-consensual.

Panorama estilizado y nuevos lineamientos en materia de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe[86]

Equipo de la Comisión Económica de Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Introducción

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación deben jugar un papel central, no solo en la construcción de capacidades nacionales en materia de investigación y desarrollo, sino también en la solución de problemas y desafíos nacionales en el marco de las políticas de desarrollo de los países. En un escenario de debilidad estructural, escasos recursos y necesidades de escala para lograr resultados, surge la necesidad de orientar los recursos destinados a apoyar la ciencia, la tecnología y la innovación, o al menos una parte de ellos, hacia áreas del conocimiento relacionadas con los principales retos que enfrentan los países.

Situación de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) en América Latina y el Caribe

América Latina y el Caribe mantiene una situación de debilidad estructural relativa de sus sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en relación con países más desarrollados, e incluso con algunas economías emergentes. Por otra parte, la situación dentro de la región es heterogénea.

Sistemas subfinanciados y orientados a la investigación por sobre el desarrollo experimental

La región muestra un evidente rezago en materia del gasto en investigación y desarrollo (I+D) no solo con respecto a países más desarrollados, sino también en comparación con algunas economías emergentes, como es el caso de China. Esta brecha se ha ido incrementando en los últimos años.

En los Estados Unidos, la Unión Europea, los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y China el gasto en I+D como proporción del producto interno bruto (PIB) supera el 2%. Esta cifra llega al 3,4% en el caso de los Estados Unidos y al 4,8% en el de la República de Corea. Además, entre 2013 y 2020 el gasto en I+D relativo al PIB en dichos países y bloques aumentó entre de 0,2 y 0,7 puntos porcentuales. En América Latina y el Caribe el gasto en I+D relativo al PIB es unas cuatro veces menor y se redujo del 0,72% del PIB en 2013 al 0,65% en 2020. (véase el gráfico I.1).

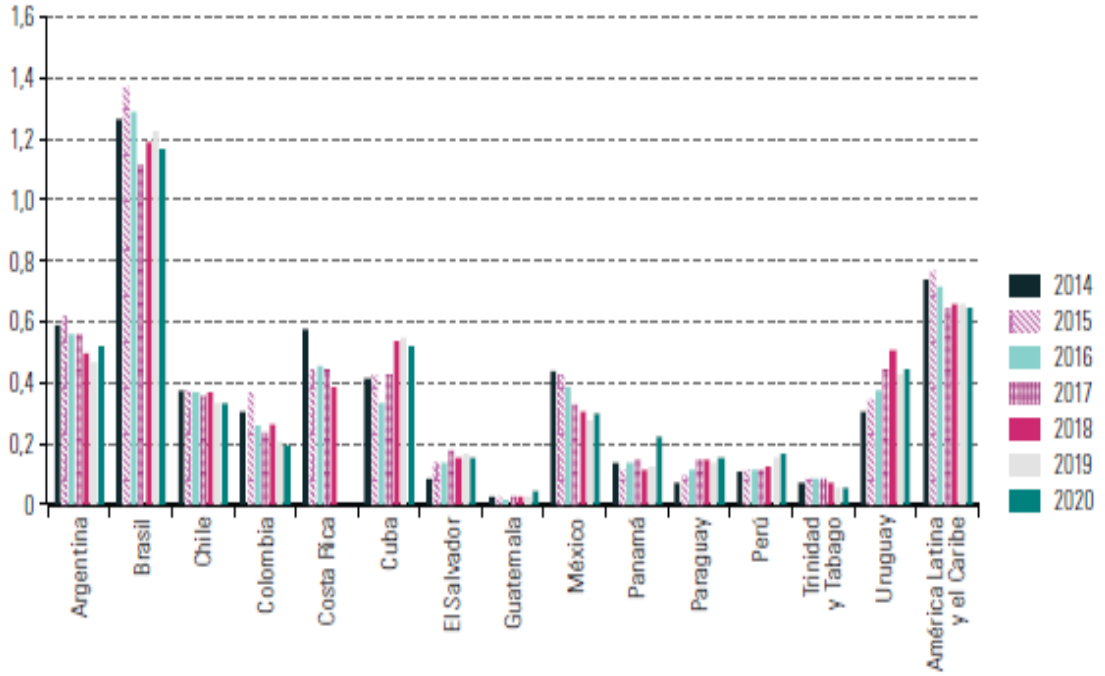
[86] Este artículo es una versión resumida de "Ciencia, tecnología e innovación: cooperación, integración y desafíos regionales", documento presentado en la "Reunión de Ministros, Ministras y Altas Autoridades en Ciencia, Tecnología e Innovación de CELAC" realizada en Buenos Aires, el 19 de octubre de 2022.

La situación dentro de la región es heterogénea. En montos absolutos, la Argentina, el Brasil y México representan el 86% del gasto en la región en 2020. El Brasil por sí solo representa el 65% y también lidera en términos relativos, pues destina un 1,17% de su PIB a I+D. Le siguen Cuba, el Uruguay y la Argentina, con cerca del 0,5% (véase el gráfico I.2)

Gráfico I.1 América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB, 2013-2020
(*En porcentajes*)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] http://www.ricyt.org, para América Latina y el Caribe, y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] http://stats.oecd.org/, para los Estados Unidos, la Unión Europea, la OCDE y China.

Gráfico I.2 América Latina y el Caribe (14 países): gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB, 2014-2020. (*En porcentajes*)



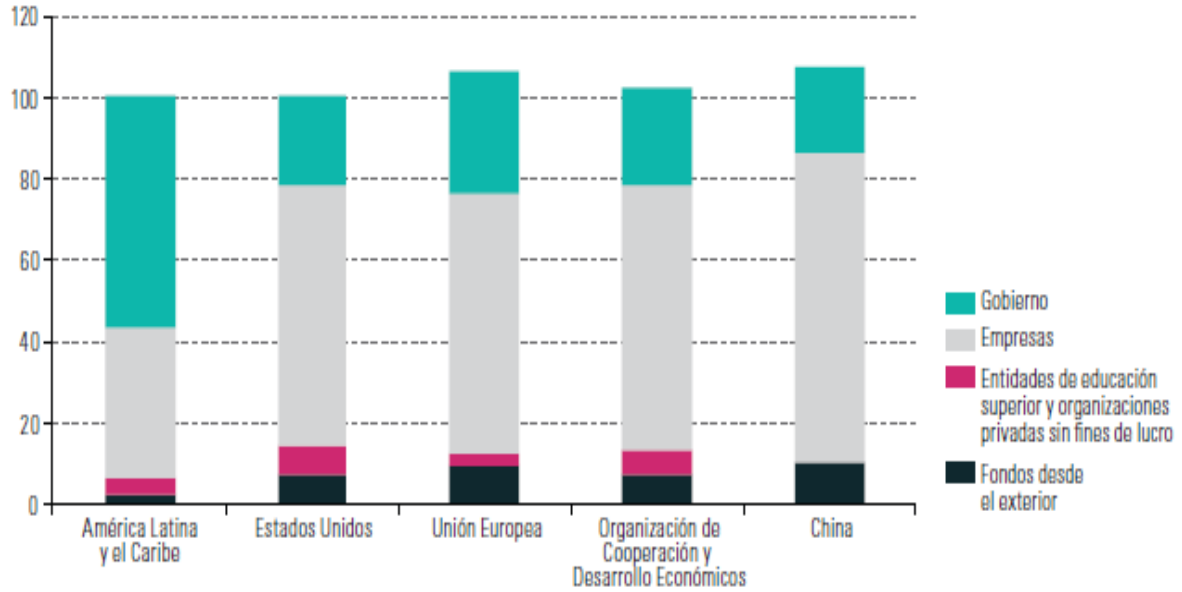
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] http://www.ricyt.org.
Nota: En el caso de América Latina y el Caribe, los datos son estimaciones.

América Latina y el Caribe mantiene la estructura de financiamiento y ejecución del gasto que la ha caracterizado en las últimas décadas. La mayor parte del financiamiento del gasto en I+D proviene del Estado, y dicho gasto es ejecutado principalmente por el sector académico, a diferencia de lo que ocurre en los países más desarrollados, donde las empresas son las principales entidades que financian y ejecutan el gasto.

La participación de las empresas en el financiamiento de la I+D supera el 60% en los Estados Unidos, la Unión Europea y la OCDE, y alcanza casi el 80% en China.

En cambio, en la región la contribución de las empresas es de alrededor del 35%, mientras que el Estado aporta el 60% (véase el gráfico I.3). La caída del gasto en I+D en los países de la región está vinculada con la reducción del aporte de los Gobiernos a este rubro, que pasó del 62,5% en 2013 al 56,5% en 2019.

Gráfico I.3 Países y bloques seleccionados: gasto en investigación y desarrollo, por sector de financiamiento, 2019. (*En porcentajes*)



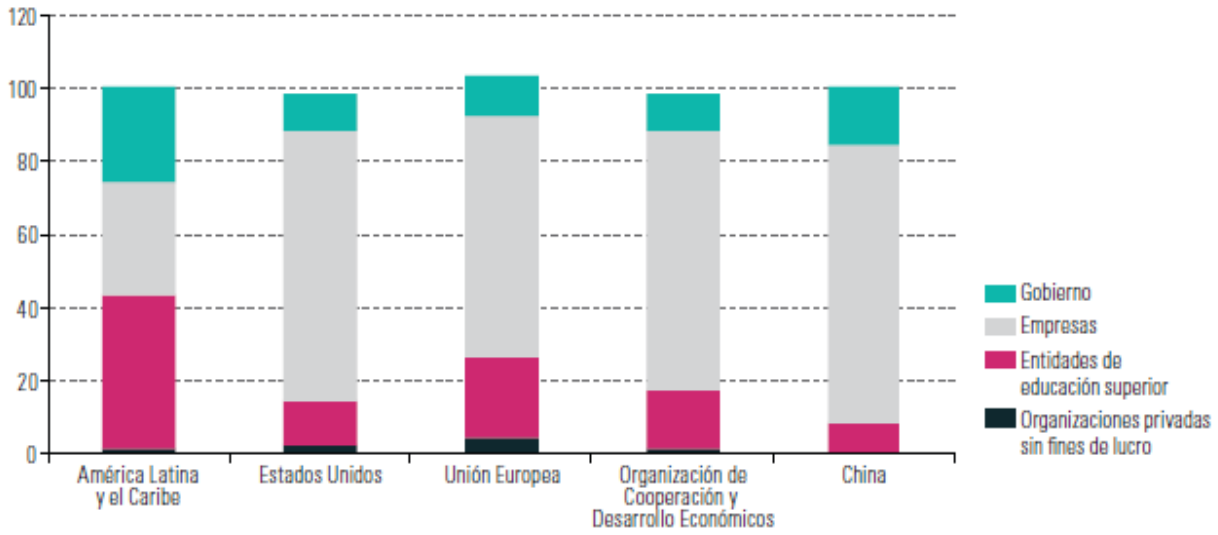
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] http://www.ricyt.org, para América Latina y el Caribe, y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] http://stats.oecd.org/, para los Estados Unidos, la Unión Europea, la OCDE y China.

En la región, la ejecución del gasto en I+D muestra una escasa participación del sector empresarial, ya que las empresas ejecutan alrededor del 30% del total. Por otra parte, en las economías con mayores niveles de desarrollo, las empresas ejecutan entre el 65% y el 75% del total.

En los países de la región, las universidades desempeñan un destacado papel en la ejecución de las actividades de I+D, que se concentran sobre todo en la investigación básica (véase el gráfico I.4).

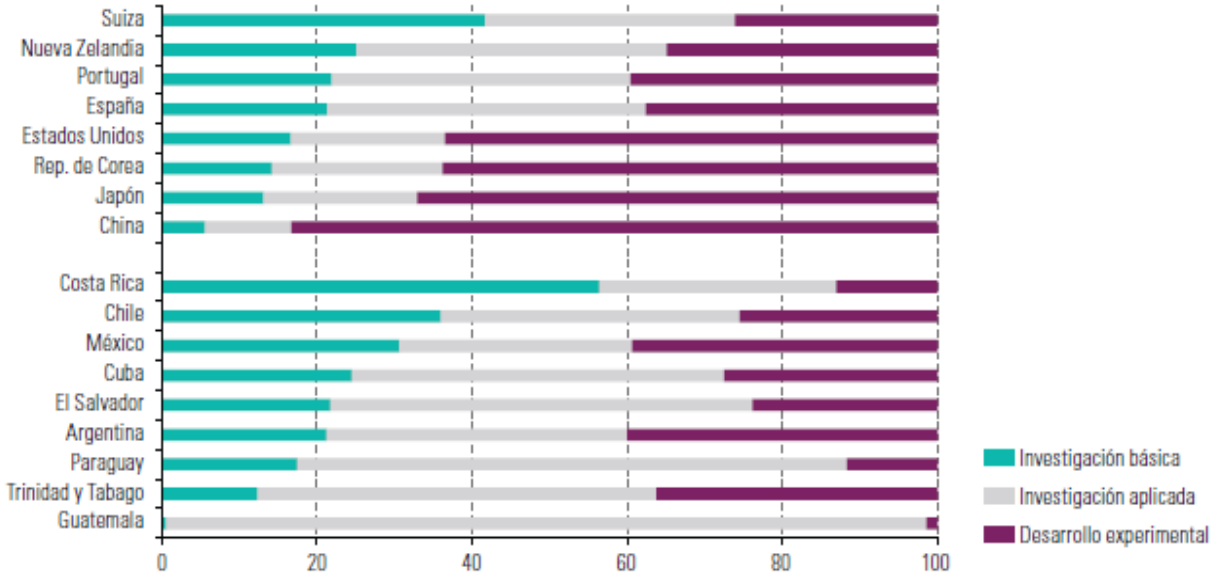
Los países de la región destinan el gasto en I+D principalmente a la investigación básica, mientras que en los países más desarrollados predomina el desarrollo experimental (véase el gráfico I.5). En consecuencia, en los países de la región las universidades desempeñan un papel destacado en la ejecución de las actividades de I+D.

Gráfico I.4 Países y bloques seleccionados: gasto en investigación y desarrollo, por sector de ejecución, 2019 (*En porcentajes*)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] http://www.ricyt.org, para América Latina y el Caribe, y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] http://stats.oecd.org/, para los Estados Unidos, la Unión Europea, la OCDE y China.

Gráfico I.5. América Latina y el Caribe (9 países) y otros países seleccionados: gasto en investigación y desarrollo, por tipo de actividad, alrededor de 2018. (*En porcentajes*)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] http://www.ricyt.org e Instituto de Estadística de la UNESCO, UIS.Stat [en línea] http://data.uis.unesco.org/.

La institucionalidad de apoyo a la CTI ha avanzado, pero aún muestra debilidades

La institucionalidad pública de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación ha mostrado avances importantes en los años recientes. Se han introducido modificaciones institucionales en varios países de América Latina y el Caribe, lo que ha permitido la creación de ministerios u otras instituciones de alto nivel político a cargo de esta área[87]. No obstante, el establecimiento de estas nuevas entidades no ha redundado necesariamente en un papel más activo de la ciencia, la tecnología y la innovación en las políticas de desarrollo productivo y social.

El aumento del estatus institucional de la ciencia, la tecnología y la innovación no se ha visto reflejado en un incremento presupuestario y, en algunos casos, se han registrado disminuciones[88]. Adicionalmente, es común observar modificaciones importantes en las prioridades y en la orientación de las políticas como consecuencia de los cambios administrativos que realizan los nuevos Gobiernos. Por último, no siempre se trata de políticas explícitas que estén establecidas en un documento formal, sino más bien de un conjunto de medidas de diferente índole que los Gobiernos han adoptado a lo largo del tiempo. En muchas ocasiones es necesario revisar los instrumentos de apoyo que se están aplicando para inferir a partir de estos la política.

En la región, los mecanismos o instrumentos más comunes de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación son la asignación de subsidios, en general sobre la base del modelo de fondos concursables, y el apoyo a la formación de recursos humanos por medio de becas para estudios superiores. También se observa la implementación de nuevos instrumentos, pero en una distribución más heterogénea (véase el cuadro I.1).

Cuadro I.1 América Latina y el Caribe: principales instrumentos utilizados para promover la ciencia, la tecnología y la innovación

Instrumentos	Número de países que cuentan con instrumentos en este ámbito
Financiamiento de la investigación y desarrollo (I+D)	
Fondos para la promoción de la investigación científica y tecnológica	17
Incentivos docentes a la investigación científica y tecnológica	6
Fondos de mejora de equipamiento e infraestructura	6

[87] En 13 de los 21 países analizados existe un ministerio, un organismo con rango ministerial o un órgano adscrito al Poder Ejecutivo que está a cargo de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

[88] Las causas pueden ser múltiples, pero una hipótesis razonable se basa en un panorama fiscal caracterizado por el estancamiento de los ingresos. Esta situación, sumada a la expansión del gasto para responder a demandas sociales, y recientemente para hacer frente a la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19), habría socavado la disponibilidad de recursos para los presupuestos asignados a la ciencia y la tecnología.

Fondos para la creación de clústeres, polos tecnológicos e incubadoras de empresas	5
Formación de personas	
Becas de estudios de grado, posgrado y posdoctorado	16
Programas de creación y apoyo a posgrados	8
Apoyo a la innovación empresarial	
Fondos para la promoción de la innovación y la competitividad de las empresas	19
Crédito tributario a la I+D	9
Créditos para el escalamiento de proyectos de innovación	2
Programas de capacitación técnica	11
Apoyo al emprendimiento	
Programas de apoyo al emprendimiento	9
Promoción de áreas prioritarias	
Programas de áreas prioritarias	12
Fondos sectoriales	6

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT), "Políticas CTI. Políticas en Ciencia, tecnología e Innovación en Iberoamérica" [en línea] http://www.politicascti.net/index.php?option=com_zoo&view=frontpage&lang=es&Itemid=53, para un total de 21 países, e información de fuentes nacionales.

Los instrumentos se han organizado fundamentalmente sobre la base de un modelo orientado hacia la demanda. Según ese modelo, los actores más confiables para definir los proyectos de investigación e innovación son los investigadores, en el caso de la ciencia y la tecnología, y las empresas, cuando se trata de innovación. Dado que estos actores enfrentan deficiencias de mercado que obstaculizan la realización de sus proyectos, los instrumentos primordiales de política son las subvenciones que se otorgan sobre la base de convocatorias o concursos gestionados por organismos públicos especializados. En este mecanismo, el papel de dichos organismos tiende a circunscribirse a la administración de los proyectos y luego a su seguimiento, fundamentalmente desde el punto de vista financiero.

Necesidad de renovar el papel estratégico de las políticas de CTI

Los elementos descritos configuran un escenario complejo para avanzar en políticas de ciencia, tecnología e innovación con un enfoque de impacto económico, social y medioambiental. Como se indicó anteriormente, los países de América Latina y el Caribe tienden a priorizar el apoyo a la investigación básica, y en menor medida investigación aplicada, realizada en universidades e institutos de investigación. Para ello, los Gobiernos cuentan con instrumentos relativamente maduros, que canalizan una porción importante del gasto

público en investigación y desarrollo hacia dichas instituciones. La contracara de esta situación es el estancamiento relativo de la participación de las empresas en el financiamiento y la ejecución de actividades de I+D en la región.

La combinación de instrumentos de política de apoyo a la innovación parece incompleta e insuficiente para impulsar un gran salto. Si bien existen factores propios del entorno económico que pueden inhibir la innovación empresarial, la falta de apoyos tales como el crédito para la innovación y las compras públicas innovadoras, disponibles en muchos países desarrollados, limita las posibilidades de que las empresas emprendan proyectos innovadores.

Los mecanismos existentes para definir la orientación de las iniciativas de ciencia, tecnología e innovación atentan contra el fortalecimiento de las capacidades y el abordaje de importantes desafíos nacionales. En una región con escasos recursos, y en un ámbito en que la escala cumple un papel importante, dicha estrategia de baja proactividad en el direccionamiento debiera a lo menos revisarse. Lo anterior ha traído como consecuencia un sistema de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación caracterizado por los siguientes aspectos:

- proyectos con un débil financiamiento, lo que redunda en que muy pocos avancen hasta la fase de introducción al mercado y afecta su impacto socioeconómico;
- una gran dispersión de los proyectos de investigación e innovación, lo que atenta contra la conformación de masas críticas de investigadores y de empresas intensivas en innovación y limita el aprendizaje compartido y la competitividad de los países;
- una priorización *de facto* de proyectos de corto plazo, que no tienen la capacidad de abordar ciertas áreas del desarrollo estratégico de los países (situación que se ve agravada cuando se suceden Gobiernos de diferente signo político), e
- insuficiente abordaje de áreas de investigación asociadas a desafíos nacionales, puesto que se encuentran fuera del alcance de las capacidades o de las prioridades de los investigadores y las empresas.

La región tiene por delante un conjunto importante de desafíos, entre lo que se cuentan: fortalecer la institucionalidad pública de apoyo al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación; elevar el compromiso del sector privado con la innovación para la productividad y la competitividad; mejorar la vinculación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación con los desafíos estratégicos de la región, e impulsar la cooperación regional e internacional en materia de ciencia, tecnología e innovación.

En los últimos años, los responsables de la formulación de políticas en América Latina han comenzado a constatar que la ciencia, la tecnología y la innovación no constituyen un área separada de otras materias de preocupación de los Gobiernos y de la sociedad en general.

El abordaje de muchos temas que desafían a las sociedades de la región, tanto en lo público como en lo privado, requiere el concurso de la mirada científico-técnica, pues se trata de problemas cada vez más complejos. Esto implica necesariamente orientar los apoyos públicos en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, o al menos una parte de ellos, hacia áreas del conocimiento relacionadas con los principales desafíos que enfrenta cada país. En especial, las políticas públicas pueden influir en la orientación y la intensidad de los esfuerzos privados en esta área, sobre todo a la hora de hacer frente a los desafíos cuando las señales del mercado resultan insuficientes y la coordinación es más desafiante.

Las tendencias actuales de política se orientan a abordar y superar los principales desafíos que enfrenta un país en los planos económico, social o ambiental mediante la movilización de las capacidades productivas, técnicas y de conocimiento. No se pierde de vista que en el abordaje de esos desafíos el país fortalece su sistema nacional de innovación y sus capacidades productivas. Se trata de una política industrial de nuevo cuño, que ya no está centrada en los sectores productivos, sino en los problemas o desafíos. Desde esta perspectiva, no cabe esperar una causalidad automática entre el desarrollo de la ciencia de base y sus posteriores aplicaciones industriales, que pueden estar muy distantes. Se trata de apoyar la investigación (sobre todo la investigación aplicada) que permita avanzar hacia la solución de un desafío específico[89].

Una de las características de este enfoque se refiere a la necesaria articulación entre diferentes actores, y muy particularmente entre los sectores gubernamental, académico y empresarial. La innovación pasa a ser un ámbito de política de todas las áreas de gobierno, lo que hace necesarios nuevos arreglos institucionales que faciliten la coordinación y el fortalecimiento de las capacidades de formulación y gestión de política.

Todo lo anterior indica que el dinamismo de los procesos de cambio técnico y el surgimiento de nuevos desafíos nacionales (que han quedado en evidencia con la irrupción de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y los riesgos derivados del calentamiento global) exigen revisar de manera permanente las temáticas que abordan los investigadores e innovadores en el país, así como comprobar la eficacia de los instrumentos disponibles y la necesidad de establecer otros nuevos.

A continuación se abordarán algunos de los sectores o áreas en que las políticas de ciencia, tecnología e innovación están llamadas a aportar en un contexto de nuevas prioridades y de cooperación e integración regional.

Lineamientos para un nuevo período: CTI para el desarrollo de sectores dinamizadores de la economía y la sociedad

[89] Las respuestas científicas o tecnológicas que se requieren para abordar esos desafíos no necesariamente provendrán de iniciativas de I+D desarrolladas en el propio país, sino que en muchas oportunidades se deberá recurrir a soluciones creadas en otras latitudes.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plantean la urgencia de avanzar hacia nuevos modelos de crecimiento y desarrollo, con patrones de consumo y producción más sostenibles e inclusivos, tanto en lo económico como en lo social y lo ambiental. Se trata de impulsar una economía que sea respetuosa con el medio ambiente, que se base en la utilización de las energías renovables y los combustibles limpios, y en que las cadenas productivas hagan un uso eficiente de la energía, el agua y los demás recursos, de forma que se limite la producción de desechos y emisiones de gases de efecto invernadero y se potencien la reducción del consumo, la reutilización, el reciclaje y la recuperación de los insumos empleados.

Según lo plantea la CEPAL (2020), América Latina y el Caribe debe avanzar hacia un cambio estructural progresivo, en que la estructura productiva se redefina hacia sectores más intensivos en conocimientos, con tasas de crecimiento de la demanda y del empleo más altas. Al mismo tiempo, se deben preservar la calidad y los servicios que prestan los recursos naturales y el medio ambiente. Estas transformaciones exigen la coordinación de las políticas tecnológicas e industriales, fiscales, financieras, ambientales, sociales y regulatorias. A continuación, se presentan cuatro sectores o áreas que cumplen con las características antes mencionadas y en los cuales las políticas de ciencia, tecnología e innovación tienen un papel destacado que cumplir.

Industria manufacturera de la salud

La industria manufacturera de la salud, constituida por las industrias farmacéutica y de dispositivos médicos, desempeña un papel crucial en las economías modernas. Esta industria es estratégica, ya que provee productos y servicios destinados a mejorar las condiciones de vida y de salud de las personas; genera empleos de alta calidad, con sólidos encadenamientos productivos, e impulsa el progreso técnico, por cuanto tiene una alta intensidad en investigación y desarrollo e importantes externalidades en materia de conocimiento[90].

La pandemia de COVID-19 y la disrupción que provocó en las cadenas de suministros dejaron en evidencia las debilidades de esta industria en la región. Los episodios críticos de falta de acceso, primero a equipamiento médico y luego a vacunas, fueron el resultado no solo de las tradicionales asimetrías de acceso entre países desarrollados y en desarrollo, sino también de problemas estructurales de larga data, en particular el insuficiente desarrollo de las capacidades de investigación y productivas regionales.

Es urgente disminuir el alto grado de dependencia de la región respecto de las empresas transnacionales y fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y productivas para desarrollar industrias locales más resilientes y autosuficientes

[90] Véanse mayores detalles sobre las características de la industria manufacturera de la salud en la región en CEPAL (2021 y 2020).

frente a futuras emergencias sanitarias[91]. En este contexto, las políticas de ciencia, tecnología e innovación tienen un importante papel que cumplir.

El porcentaje del PIB destinado a investigación y desarrollo en el ámbito de la salud en América Latina es de una magnitud muy inferior al que se registra en los países de la OCDE. Si bien no existe información agregada para la región, según la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana- (RICYT), en 2018 este indicador en el caso de la disciplina de las ciencias médicas fue del 0,065% en la Argentina, el 0,042% en Chile y el 0,063% en el Uruguay. En el caso de los países de la OCDE, se puede estimar que esa cifra alcanza niveles que están entre un 0,35% y un 0,5% del PIB (OCDE, 2018), muy superiores a los observados en los países de la región[92].

El mercado farmacéutico latinoamericano se abastece de medicamentos genéricos producidos en su mayoría por empresas que operan localmente, así como de medicamentos innovadores (protegidos por patentes) que son importados y comercializados por empresas transnacionales.

En el caso de la industria farmacéutica local regional, gran parte de los fármacos elaborados corresponden a productos basados en principios activos genéricos, lo que redunda en actividades de investigación y desarrollo circunscritas a procesos de formulación de medicamentos, investigación médica y realización de ensayos clínicos de baja escala para lograr la autorización de sus medicamentos en el mercado local.

Las industrias de dispositivos médicos también muestran, a nivel agregado, un bajo esfuerzo innovador en la región. Ello se debe a múltiples factores: en aquellos países donde han instalado plantas de manufactura, las empresas trasnacionales no han establecido unidades de investigación y desarrollo, las que suelen permanecer en sus países de origen (Gereffi, Frederick y Bamber, 2019); en la mayoría de los países, las empresas de capitales nacionales concentran su producción en bienes de complejidad tecnológica baja y media; el modelo de innovación de esta industria, con integración de múltiples tecnologías y esencialmente incremental, no atrae la atención de los investigadores de las universidades.

Para avanzar en la conformación de sistemas de innovación asociados a las

[91] En ese sentido, en marzo de 2021, el Gobierno de México, en el ejercicio de la Presidencia *pro tempore* de la CELAC, solicitó a la CEPAL la elaboración de un plan de autosuficiencia sanitaria para América Latina y el Caribe, orientado a fortalecer las capacidades productivas y de distribución de vacunas y medicamentos en la región. Dicho plan fue presentado y aprobado en la Sexta Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la CELAC, en septiembre de 2021 (véase CEPAL, 2021).

[92] De acuerdo con OCDE (2018), en 2014 los presupuestos gubernamentales para investigación y desarrollo en el ámbito de la salud de los países de esa Organización ascendieron a un 0,1% del PIB], a lo que debe sumarse entre un 0,05% y un 0,2% para la investigación universitaria y un 0,2% para las investigaciones realizadas por las empresas. Sobre esa base se puede estimar que entre el 0,35% y el 0,5% del PIB se invierte en I+D relacionada con la salud.

industrias de la salud que contribuyan a la resiliencia de los países ante situaciones como la creada por el COVID-19 será necesario combinar esfuerzos de política a nivel nacional con iniciativas de colaboración entre los países de la región.

A nivel nacional es necesario: i) incrementar el aporte público a las actividades de investigación y desarrollo; ii) aumentar la escala y los plazos de los proyectos que se ejecutan; iii) fortalecer los centros de excelencia públicos, universitarios o privados; iv) promover la conexión entre los actores del sistema de innovación de las industrias de la salud; y v) mejorar los procesos de patentamiento, registro y aprobación de productos y procesos innovativos de las industrias de la salud.

Por otra parte, a fin de fortalecer la colaboración regional, es necesario: i) elaborar programas de innovación orientados a resolver problemas o desafíos regionales, para que sean ejecutados por consorcios transnacionales regionales; ii) impulsar el proceso de integración formativa y el intercambio de estudiantes e investigadores; iii) extender y formalizar el reconocimiento mutuo del registro de medicamentos; iv) complementar la capacidad instalada en los países con una plataforma regional de ensayos clínicos, orientada a consolidar estándares regulatorios comunes y reconocidos; v) regular las estrategias de adquisiciones mediante la creación de una base de proveedores que ofrezcan garantías de cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y oportunidad de abastecimiento y precios adecuados, y vi) fortalecer los mecanismos regionales para la compra conjunta de medicamentos y dispositivos médicos en situaciones de emergencia sanitaria.

Transición energética

El combate del cambio climático requiere transitar hacia una matriz de suministro energético, así como a formas de consumo, bajas en carbono mediante la incorporación creciente de las energías basadas en fuentes renovables y limpias. Este proceso debe tener lugar en el contexto de un fuerte crecimiento de la oferta de energía de la región, que se ha multiplicado por 2,4 en los últimos 50 años, con una leve disminución de la intensidad energética del PIB regional. Dentro de la producción primaria de energía, las fuentes renovables han crecido levemente más rápido, hasta representar un 33% en 2020, lideradas históricamente por la hidroenergía, pero con un mayor crecimiento de las energías eólica, solar, de biomasa y, más recientemente, geotermia.

La matriz energética regional está dominada por los combustibles fósiles, que representaron el 65% del suministro primario de energía en 2020. En términos sectoriales, el transporte es el mayor consumidor final de energía en la región (35%), la que proveniente casi exclusivamente de combustibles fósiles, seguido por la industria (30%) y el uso residencial (18%) (OLADE, 2021).

Por otra parte, se observa una cierta tendencia hacia la electrificación de los sectores de transporte, residencial e industrial. Pero el desafío que implica satisfacer la potencial demanda de

electrificación en la región es de gran magnitud. Estudios de la CEPAL (2020) concluyen que el sector eléctrico regional tendrá prácticamente que duplicar su generación para satisfacer la demanda proyectada, y al mismo tiempo se requieren cuantiosas inversiones en la infraestructura y las redes de distribución, en gran parte obsoletas e ineficientes.

Las energías renovables, particularmente las energías eólica y solar, ya muestran costos competitivos con las de origen fósil, en especial gas y carbón[93]. Ello aparece como una condición necesaria pero no suficiente para acelerar la transición energética, lo que resulta imprescindible en el contexto de la crisis climática y la necesidad de construir una nueva economía basada en energías renovables en los países de la región.

Satisfacer de manera limpia y sostenible la creciente demanda eléctrica, derivada del desarrollo económico y de necesidades de incrementar la electrificación, exige reemplazar combustibles fósiles por energías renovables, promover y afianzar las iniciativas de integración eléctrica regional y concentrar los esfuerzos en flexibilizar la gestión de las redes eléctricas nacionales. Junto con aumentar la eficiencia del uso de la energía a nivel sectorial, se requiere expandir la generación y el uso de las energías renovables, como la solar, la eólica, la geotérmica y la bioenergía. Dichas energías favorecen "la sostenibilidad ambiental, la soberanía energética, la disminución de la vulnerabilidad externa (sobre todo en el caso de países importadores netos de combustibles fósiles), las oportunidades de universalización del acceso a la electricidad (por ser modulares y descentralizadas), el aprendizaje tecnológico y el crecimiento económico (por las inversiones que suponen)" (CEPAL, 2020, pág. 135).

Por supuesto, se debe tener en consideración que para llevar adelante la transición energética los países tienen disponible una batería de instrumentos que incluye, entre otros, regulación, incentivos fiscales y mecanismos de financiamiento a la inversión, y que el fomento a la innovación tecnológica es un componente más dentro de este conjunto. La innovación y el desarrollo de energías renovables abarca no solo su generación (por ejemplo, hidrolizadores para hidrógeno verde), sino también su distribución y, de muy alta relevancia, el almacenamiento en baterías para lo que la región se encuentra perfectamente dotada de minerales críticos como el litio y el cobre.

Desde el punto de vista de los requerimientos de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de las energías renovables, se deben en particular considerar las tecnologías asociadas a la energía solar fotovoltaica, energía eólica, baterías, energía geotérmica, biomasa y energía solar de concentración.

Por otra parte, más allá del conjunto de tecnologías antes mencionadas, cada vez

[93] Estos valores a escala global dependen de la escala de producción, la tecnología utilizada y el momento de puesta en marcha. Por lo tanto, los precios internos de la energía proveniente de distintas fuentes en cada país pueden ser diferentes.

existe más acuerdo en que el desarrollo del hidrógeno verde (cuya producción y consumo no genera gases de efecto invernadero) puede desempeñar un papel clave para alcanzar las metas de descarbonización. Dado que América Latina y el Caribe cuenta con algunos de los recursos de energía renovable más abundantes y competitivos del mundo, incluidas las energías hidroeléctrica, solar y eólica, un hidrógeno sostenible y renovable (verde) sin emisiones de carbono podría ser uno de los impulsores de la próxima fase de la transición hacia la energía limpia de la región.

Se deben implementar políticas que impulsen la industria del hidrógeno verde como motor de una reindustrialización sostenible, a fin de conformar un clúster industrial distribuido en toda América Latina y el Caribe, que tenga potencial exportador. Uno de los desafíos surge del hecho de que la región aún carece de tecnologías apropiadas para la producción de hidrógeno verde, específicamente máquinas de electrólisis, por lo que se hace imperativo desarrollar capacidades para desplegar una industria que pueda operar desde la región, con expertos capacitados para el control y mantenimiento de su actividad.

Electromovilidad

El petróleo ha sido la fuente de energía predominante para el transporte y, con ello, es la causa de cerca del 25% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (PNUMA, 2021). Por ello, la transición de este sector hacia el uso de fuentes de energía no contaminantes, en particular la energía eléctrica, se vislumbra como un aporte sustancial en el combate del cambio climático y la contaminación ambiental.

Avances tecnológicos asociados a la electrificación de los vehículos y a las baterías han sido la base de nuevos productos y procesos productivos, que, combinados con normas medioambientales cada vez más estrictas y la acción estratégica de los Gobiernos, están impulsando importantes cambios en el sector automotor. Entre 2017 y 2021, la participación de los vehículos eléctricos (automóviles de pasajeros, furgonetas, vehículos deportivos utilitarios y camionetas) en las ventas del mercado de vehículos livianos aumentó del 1,3% al 8,3%, llegando a 16,5 millones de unidades (AIE, 2022). Se estima que las ventas de estos vehículos en 2025 representarán el 23% de las ventas de automóviles en el mundo (BNEF, 2022).

La tendencia hacia la electrificación también ha llegado con fuerza a los vehículos pesados, principalmente los autobuses. Los autobuses eléctricos están avanzando de forma acelerada hacia la madurez tecnológica, en particular en lo referente a las baterías, lo que aumenta la autonomía y reduce los costos de fabricación. En la actualidad, circulan en el mundo cerca de 670.000 autobuses eléctricos y unos 66.000 camiones eléctricos, lo que corresponde al 4% y el 0,1% de la flota mundial de autobuses y camiones, respectivamente (AIE, 2022). Esta evolución ha estado acompañada de múltiples compromisos de gobiernos nacionales y subnacionales que apuntan a establecer metas y plazos

concretos para avanzar en la transición hacia la electromovilidad en el transporte público.

En América Latina y el Caribe, algunos países han establecido metas para la electrificación de los vehículos del transporte público, como es el caso de Chile, Colombia y Costa Rica. Entre los países de la región, han predominado instrumentos que promueven la adquisición, la utilización y la circulación de autobuses eléctricos. Sin embargo, en la mayoría de las iniciativas, no se asigna prioridad a la adquisición de autobuses producidos localmente. Los primeros pasos hacia la electrificación, en la mayoría de los casos, se están dando mediante la importación de los vehículos y gran parte de los elementos clave de la infraestructura de apoyo. Los fabricantes chinos son los principales proveedores de autobuses eléctricos en América Latina, con más del 70% de las unidades.

En abril de 2022, circulaban en la región 3.209 vehículos eléctricos para el transporte público, lo que corresponde a menos del 4% del total de la flota de autobuses presentes en las principales ciudades latinoamericanas. En la actualidad, Colombia lidera la incorporación de autobuses eléctricos, especialmente en la ciudad de Bogotá, con 1.165 unidades, seguido de Chile (819), México (556) y el Brasil (351).[94]

La actual coyuntura, marcada por la necesidad de abordar los peligros asociados al cambio climático y llevar adelante la transformación del sector automotor, una ventana de oportunidad para desarrollar nuevas capacidades productivas en América Latina, particularmente en la fabricación de autobuses eléctricos.

En este contexto, y en particular en un espacio donde aún persisten incertidumbres en las trayectorias tecnológicas, sumadas a limitadas capacidades específicas a nivel regional, las políticas de ciencia, tecnología e innovación tienen un importante papel que jugar.

Se deben tener presentes, especialmente, las diferencias tecnológicas existentes entre los autobuses tradicionales y los eléctricos. Los autobuses eléctricos tienen como componente central el sistema de baterías internas, que es recargado de manera externa con un conector que se enlaza a la red eléctrica.
Las diferencias más significativas entre los subsistemas de un autobús de tren motriz eléctrico y uno de tren motriz convencional corresponden a los subsistemas de propulsión y de carga eléctrica. Este último no existe en una unidad de motor de combustión. Además, en el caso de un autobús de tren motriz eléctrico deben realizarse ciertas adecuaciones a las tecnologías que componen el chasis y el subsistema de dirección y control. Por último, existen subsistemas que no se relacionan con el hecho de que al autobús sea eléctrico, por ejemplo, las estructuras de cuerpo y carrocería, y el interior, por lo que se mantienen equivalentes.

[94] Sobre la base de E-BUS RADAR, "Latinoamérica", abril de 2022 [en línea] https://www.ebusradar.org/es/ [fecha de consulta: 23 de junio de 2022].

El desarrollo y la expansión de las tecnologías clave de los vehículos eléctricos precisan de la cooperación y la coordinación público-privada que permita explorar soluciones innovadoras para reducir los costos. Por ejemplo, la creación de laboratorios de I+D industrial permitiría vincular a universidades, Gobiernos y empresas en torno a la realización de proyectos de investigación dedicados a las tecnologías de motorización y baterías. Además, es importante definir áreas y temas estratégicos que orienten el fomento de la I+D mediante distintos instrumentos. La creación de programas específicos de apoyo a la I+D en áreas estratégicas para el desarrollo de la cadena productiva podría ayudar a desarrollar capacidades locales y contribuir al reposicionamiento de la industria.

Ecoinnovación y producción sostenible

En América Latina y el Caribe, la transición hacia sistemas de producción más sostenibles es compleja. Por una parte, la región enfrenta el desafío de acelerar el crecimiento y reducir las brechas de productividad e ingresos con el mundo desarrollado, mientras mejora la calidad de vida de sus ciudadanos, asegurando el acceso a bienes y servicios básicos. Por otra parte, la estructura productiva basada en ventajas comparativas estáticas inclina las actividades económicas hacia la explotación de recursos naturales y sectores intensivos en energía (en especial, energías fósiles), agua y materiales. A estos retos se suma una alta heterogeneidad empresarial. Hay un gran número de empresas de menor tamaño y baja productividad que enfrentan dificultades de acceso a tecnología y financiamiento para responder a regulaciones ambientales más estrictas, promover cambios en los procesos de producción y comercialización e invertir en equipos y tecnología.

Desde el mundo empresarial, el discurso ambiental también se ha sumado a las estrategias de innovación. En este caso, se promueven nuevas formas de hacer negocios y se insiste en la necesidad de mejorar la productividad de los recursos. Por su parte, la creciente demanda relacionada con el cumplimiento de las regulaciones ambientales (cada vez más estrictas) y la importancia de reducir los costos también han impulsado los esfuerzos encaminados a aumentar la eficiencia energética, reducir el volumen de residuos, promover el reciclaje y optimizar los embalajes.

La ecoinnovación es la búsqueda de modelos productivos más sostenibles. Este término se vincula con la capacidad empresarial de mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales y reducir la contaminación mediante la incorporación de nuevos procesos, productos y prácticas organizacionales y comerciales que sean más respetuosos con el medio ambiente. Con este fin, es necesario contar con políticas industriales, tecnológicas, de innovación y de capacitación que contribuyan a avanzar hacia modelos de consumo y producción sostenibles en la región.

América Latina y el Caribe presenta un magro desempeño en materia de inversión en investigación y desarrollo (I+D), sobre

todo en comparación con la dinámica observada en otras regiones más avanzadas o emergentes. Si se analizan los esfuerzos públicos dirigidos a la I+D con objetivos medioambientales, se observa una heterogeneidad elevada en los países de la región. En algunos casos, como Costa Rica y México, se destinan valores proporcionales iguales o superiores a los de países más avanzados, como España o los Estados Unidos. Los países de la región sobre los que se dispone de información indican que gastan, en promedio, el 5,22% de su presupuesto en I+D en materia de control y cuidado del medio ambiente. No obstante, si se toma en cuenta el gasto total en I+D por objetivo medioambiental en relación con el PIB, se puede determinar que los países más avanzados destinan una proporción mayor del PIB al gasto en I+D ambiental[95]

Al revisar el comportamiento de las patentes a nivel mundial, se puede observar que hay un gran esfuerzo dirigido hacia el cuidado del medio ambiente (energías renovables, vehículos eléctricos e híbridos, eficiencia energética en edificios, tratamiento de aguas y residuos, entre otras), que se concentra en los países más avanzados, como los Estados Unidos, el Japón y los países de Europa. Por ejemplo, entre 2010 y 2018, en promedio, los Estados Unidos registraron 50 veces más patentes en materias ambientales per cápita que América Latina y el Caribe en su conjunto. Sin embargo, la región logró duplicar la cantidad de patentes en esta área entre los períodos 2000-2009 y 2010-2018. Por otra parte, el peso de las patentes en materias ambientales en el total de patentes en América Latina y el Caribe es similar al promedio mundial, se ubica solo un punto por debajo de la OCDE y es superior a los Estados Unidos y China.[96]

Los Gobiernos pueden promover un conjunto amplio de medidas para impulsar la producción sostenible, las cuales pueden ser obligatorias (impuestos ambientales o normas, entre otros) o voluntarias. Los instrumentos que se vinculan con políticas tecnológicas y de innovación se encuentran entre los instrumentos de apoyo que son de carácter voluntario, como la capacitación, la difusión tecnológica, el acceso a financiamiento, la definición de estándares y las herramientas de información.

Desde la intervención pública en materia de ciencia, tecnología e innovación, los instrumentos operativos han ido evolucionando hasta encontrar fondos tecnológicos, fondos sectoriales, estímulos al capital de riesgo, iniciativas de cooperación entre universidades y empresas, compras públicas sostenibles y redes. Sin lugar a duda, la dimensión ambiental también añade a estas iniciativas un nuevo factor de complejidad. Para enfrentar el reto que supone la producción sostenible es necesario aplicar, con continuidad y

[95] Sobre la base de información de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] https://stats.oecd.org/.

[96] sobre la base de Oficina Europea de Patentes (OEP), Worldwide Statistical Patent Database (PATSTAT) [en línea] https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html.

coherencia, políticas tecnológicas e industriales que motiven la coordinación de instituciones en diversas áreas económicas, productivas y medioambientales. Además, es preciso contar con agendas que fijen objetivos y metas concretas a corto, mediano y largo plazo en torno a las prácticas ambientales de las empresas.

A modo de resumen y conclusión

El mensaje principal es que las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) tienen que desempeñar un papel central no solo en la construcción de capacidades nacionales en investigación y desarrollo, sino que también en la solución de problemas y desafíos nacionales en el marco de las políticas de desarrollo de los países.

América Latina y el Caribe mantiene una situación de debilidad relativa de sus sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en relación con países más desarrollados, e incluso en comparación con algunas economías emergentes, y presenta notorias diferencias de un país a otro.

El gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB en la región es bajo, está financiado principalmente por el Estado y es ejecutado por el sector académico. En concordancia con ello, en la región la investigación básica y aplicada predomina por sobre el desarrollo experimental.

Si bien la institucionalidad de apoyo a la CTI ha mostrado avances importantes en los últimos años, ya sea a través de la creación de ministerios temáticos o del fortalecimiento de las instituciones especializadas, la ciencia, la tecnología y la innovación no muestran un papel destacado en las políticas de desarrollo productivo y social, ni en los presupuestos de los países.

La batería de instrumentos de política de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación parece incompleto e insuficiente para generar un impulso importante en este ámbito. El uso extendido, prácticamente como único instrumento, de fondos concursables orientados por la demanda ha traído como consecuencia gran dispersión de proyectos con bajo financiamiento, priorización de proyectos de corto plazo y condicionados por los ciclos políticos, y áreas temáticas asociadas a desafíos nacionales insuficientemente abordadas.

En los últimos años, los responsables del diseño de políticas en América Latina han comenzado a constatar que la ciencia, la tecnología y la innovación no pueden verse como un componente aislado de otras materias de preocupación de los Gobiernos y de la sociedad en general. El abordaje de muchos temas que desafían a las sociedades de la región, tanto en lo público como en lo privado, requiere el concurso de la mirada científico-técnica, pues se trata de problemas cada vez más complejos.

En un escenario de debilidad estructural, escasez de recursos y necesidad de escala para lograr resultados, surge la necesidad de orientar los recursos destinados a apoyar la ciencia, la tecnología y la innovación, o al menos una parte de ellos, hacia áreas del conocimiento relacionadas con los principales desafíos que enfrentan los países.

Así, muchos países, especialmente las economías avanzadas, han comenzado a revitalizar la política industrial vinculada a sistemas nacionales de innovación complejos, integrales y dotados de capacidades, lo que ha permitido movilizar capacidades productivas, técnicas y de conocimiento para abordar los principales desafíos del desarrollo. Es decir, se prioriza el apoyo a ciencia, tecnología e innovación que permitan avanzar en la solución de desafíos específicos, aunque sin descuidar el desarrollo de capacidades científicas más generales que posibiliten ampliar las fronteras del conocimiento. Este enfoque requiere la articulación de diferentes actores —Gobierno, sector académico, sector privado y sociedad civil—, así como nuevos arreglos institucionales dirigidos a coordinar y fortalecer capacidades de formulación y gestión de política.

Desde la perspectiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la región debe avanzar en un cambio estructural progresivo, en que la estructura productiva y de servicios se redefina hacia sectores más intensivos en conocimientos, con tasas de crecimiento de la demanda y del empleo más altas. Al mismo tiempo, se debe preservar la calidad de los recursos naturales y el medio ambiente, y los servicios que prestan.

En ese contexto, la ciencia, la tecnología y la innovación deben aportar al desarrollo de sectores y actividades dinamizadoras de la economía y la sociedad. En el segundo capítulo de este documento se profundiza en cuatro de ellos: la industria manufacturera de la salud, la transición energética, la electromovilidad, y la ecoinnovación y producción sostenible.

Bibliografía

- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2022), *Global EV Outlook 2022: Securing supplies for an electric future* [en línea] https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022.
- BNEF (BloombergNEF) (2022), *Electric Vehicle Outlook 2022* [en línea] https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2021), *Lineamientos y propuestas para un plan de autosuficiencia sanitaria para América Latina y el Caribe* (LC/TS.2021/115), Santiago.
- _____ (2020), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago.
- Gereffi, G., S. Frederick y P. Bamber (2019), "Diverse paths of upgrading in high-tech manufacturing: Costa Rica in the electronics and medical devices global value chains", *Transnational Corporations*, vol. 26, N° 1.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2018), *Pharmaceutical Innovation and Access to Medicines*, OECD Health Policy Studies, París, OECD Publishing.

- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2021), *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2021*, Quito [en línea] https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021/.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2021), *Movilidad eléctrica: avances en América Latina y el Caribe*, Panamá.

Transformation Change in Chile

Professor Mariana Mazzucato[97]

The current crises being faced across Latin America and the Caribbean (LAC)[98], and indeed by the world economy, are interrelated. The COVID-19 pandemic and the war in Ukraine have highlighted the need to find new engines and processes to underpin economic growth. Reliance on fossil fuels, weak health systems and vulnerable global supply chains are just some of the challenges demanding urgent attention. In LAC, the current crises are made worse by what preceded them: commodity-led development, low productivity, balance of payments constraints, territorial and productive heterogeneity, social vulnerabilities, weak institutional capacities, and limited fiscal space (Grassi and Memoli, 2016; Fernández-Arias, 2017; Ocampo, 2017; Altamirano, 2019). This is a short invitation to think about how to turn these challenges into opportunities for economy-wide investment and innovation.

In this context, a different economic development model is required[99] —one that embraces industrial strategies designed to maximize public benefit, directing innovation and investment activity which together create a more inclusive and sustainable economy (Rodrik, 2004 and Mazzucato, Kattel and Ryan-Collins, 2019).

We may think together about how to place again the industrial strategy at the heart of economic development strategy. For too long industrial strategy has been synonymous with top-down directing and choosing of particular sectors or technologies to support ("picking winners"). Rather a mission-oriented industrial strategy[100] does not pick sectors but challenges for all sectors to invest towards. It catalyses more additionality[101] by picking the willing and requiring transformation to get there (Mazzucato, 2018).

By adopting mission-oriented industrial strategies, LAC countries have an immense opportunity to advance towards an inclusive and sustainable economic growth. This is not a small shift. It requires governments to embrace their role in actively shaping markets, and to move away from outdated notions that see a stark divide between the state and business, and between economic, social, and environmental policies. It means moving away from "picking" particular sectors (e.g. natural resources), technologies (e.g. artificial intelligence), or types of firms

[97] Professor of Economics of Innovation and Public Value at University College London (UCL), she is the Founding Director of the UCL Institute for Innovation & Public Purpose. In: https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/mariana-mazzucato

[98] https://www.project-syndicate.org/commentary/latin-america-caribbean-mission-oriented-economic-strategy-by-mariana-mazzucato-2022-10

[99]https://link.springer.com/article/10.1007/s10842-019-00329-w

[100] https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2019/jul/governing-missions-european-union

[101] https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2020/jan/mission-oriented-research-innovation-european-union

(e.g. SMEs), towards an approach that "picks the willing" and chooses challenges that demand cross-sector collaboration. This can of course be a key driver of the diversification processes which create a more balanced path of growth (Hausmann and Rodrik, 2003).

Economic growth and innovation have not only a rate but also a direction. Using industrial strategies to redirect an economy towards a more inclusive, resilient/diversified and sustainable growth path means setting clear goals and orienting innovation, partnerships, policy tools and institutions around these goals. Tackling climate change in the region can, for instance, be turned into an investment and innovation opportunity around new materials, new digital services, new forms of mobility, and a new role for natural resources. The same holds for health challenges and the digital divide.

Imagine the investment and innovation opportunities implicit in ensuring that all students across LAC have equal access to broadband and digital technology. A mission-oriented approach[102] focuses on problems that need solving by all sectors (Mazzucato, 2021): from sustainable mobility or healthy nutrition to carbon emissions reduction.

Consider the problem of natural-resources dependence, exemplified by the "Lithium Triangle." Wedged between Argentina, Bolivia, and Chile, this region, along with Peru, holds around two-thirds[103] of the world's lithium reserves. But while lithium is crucial for driving both digitalization and the global energy transition, Chile, Bolivia, and Argentina have struggled to get governance of the region's development right, because they have allowed resource extraction to fuel directionless growth. By positioning a natural resource like lithium at the center of a specific mission – to decarbonize the economy, for example – policymakers can reshape the incentive system. Instead of encouraging mindless exploitation of natural resources, they can ensure that rents are reinvested in more innovative and rewarding activities. Through this kind of strategic, cross-sectoral approach, Argentina, Bolivia, and Chile can transform their resource curse into an opportunity for rapid social and environmental progress.

Implementing mission-oriented industrial strategies will require setting clear goals that catalyze bottom-up, cross-sectoral innovation; leveraging all the different levers governments have —from regulation to procurement to grants and loans; entering smart public-private partnerships; and launching or redesigning institutions oriented around these goals.

This shift also demands a new type of public sector[104]: more creative, and with a focus on internal capacity and capabilities, so bold policies can be implemented. Implementation is not a linear process, it requires experimentation and learning, both

[102] https://marianamazzucato.com/books/mission-economy

[103] https://www.iadb.org/en/improvinglives/lithium-white-gold-regions-development

[104]https://econpapers.repec.org/article/oupindcch/v_3a27_3ay_3a2018_3ai_3a5_3ap_3a787-801..htm

of which require investment (Cimoli, Dosi and Stiglitz, 2009; Kattel and Mazzucato, 2018 and Mazzucato and Collington, 2022). A key capability is policy evaluation that is dynamic and outcome-oriented. Another key capability is the ability to engage with a wide group of stakeholders, including citizens and trade unions, to build legitimacy and ensure that missions resonate widely. The opportunity implicit in this new approach is to catalyze a new social contract that builds trust and provides traction for economic change.

Mission-oriented policies, on their own, would not be enough to create the path for inclusive and sustainable development. Capabilities, tools, and institutions are essential to do so. Civil servants should have enough agency[105] to adapt, make mistakes and learn. They should also be equipped with tools that allow a different approach to policymaking, one where the government is taking the lead and pointing in the right direction. And they should have the institutions that support and enable this new way of policymaking

An interesting case is the Laboratorio de Gobierno of Chile[106]. The Chilean government set up in 2015 the Laboratory as a State agency, dependent on the Chilean Ministry of Finance. Its purpose is to accelerate the transformation of public services by using collaborative design methodologies, promote the development and implementation of evidence-based solutions to improve public services and foster adoption of innovative practices in institutions, with a multidisciplinary and people-centered approach. The Laboratorio is modelled on NESTA in the United Kingdom (when it was still positioned inside government) and MindLab in Denmark. As a public institution, it has been crucial for investing in the training of the civil service and for creating clear places for experimentation. Spaces such as the Laboratorio de Gobierno are especially effective when placed at the center of government rather than at the periphery.

Mission-oriented industrial strategies are essential for LAC to pivot towards sustainable and inclusive economic development. They can stimulate business and public investment in innovation —a key driver of productivity. They can shape innovation and economic activity that is aligned with —rather than working in opposition to— sustainability and inclusion goals. They can transform natural resource-based sectors, encouraging the reinvestment of rents into innovative and value creating activities. They can diversify the economy by fostering cross-sectoral collaborations and coordination. And finally, they can distribute the rewards from economy-wide innovation across a wider chapter of the population.

My recent report, *Transformation change in Latin America and the Caribbean: A mission-*

[105] https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/study/master-public-administration-mpa-innovation-public-policy-and-public-value

[106] https://www.ex-ante.cl/mariana-mazzucato-visita-laboratorio-de-gobierno-chile/

oriented approach[107], aims to advance a radical new lens for economic policy in LAC, with the intention of changing the way governments in the region, and their partners, think and bring about directed economic growth. Governments in LAC have a unique opportunity to shape economic development that maximizes public benefit through mission-oriented innovation, better use of available tools, smart public-private partnerships, and purpose-built institutions, undergirded by a strong public service, outcomes-oriented evaluation, inclusive stakeholder engagement, and a commitment to a rejuvenated social contract. Mission-oriented industrial strategy is about bringing a new sense of purpose to governments and economies in the region, ensuring that everyone benefits from the structural transformations ahead.

The aim of this invitation is to think about pathways for LAC, offering a new vocabulary and framework for policymakers in the region, as well as the policies, tools, and institutions to back them up. It brings a sense of urgency and purpose to governments in Latin America and the Caribbean, one that has been lacking and is needed now. I am fully committed to supporting governments in the region[108] in their efforts to achieve a more inclusive and sustainable future. I hope these reflections may help in sparkling new ways of thinking.

Bibliography

- Altamirano, M. (2019), "Economic vulnerability and partisanship in Latin America", Latin American Politics and Society, vol. 61, Issue 3, pp. 80-103.
- Cimoli, M., G. Dosi, and J.E. Stiglitz (2009), The political economy of capabilities accumulation: The past and future of policies for industrial development. Mario Cimoli, Giovanni Dosi and Joseph E. Stiglitz (eds.), Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation, Initiative for Policy Dialogue, New York, Oxford University Press.
- Fernández-Arias, E. (2017), "On the Role of Productivity and Factor Accumulation in Economic Development in Latin America and the Caribbean: 2017 Update". Inter-American Development Bank [online][109]
- Grassi, D. and V. Memoli (2016), "Political determinants of state capacity in Latin America", World Development, vol. 88, pp. 94-106.
- Hausmann, R. and D. Rodrik (2003), "Economic development as self-discovery." Journal of development Economics 72.2 (2003): 603-633.
- Kattel, R. and M. Mazzucato (2018), "Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public

[107] https://www.cepal.org/en/publications/48299-transformational-change-latin-america-and-caribbean-mission-oriented-approach

[108] https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/news/2022/oct/mariana-mazzucato-meets-president-boric-santiago-chile

[109] https://policycommons.net/artifacts/305586/on-the-role-of-productivity-and-factor-accumulation-in-economic-development-in-latin-america-and-the-caribbean/1223162/

sector". Industrial and Corporate Change, vol. 27, Issue 5, pp. 787-801.
- Mazzucato, M. (2018), "Mission-oriented research & innovation in the European Union", European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Brussels.\
- Mazzucato, M. (2021), "Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism", Penguin UK.
- Mazzucato, M., R. Kattel and J. Ryan-Collins (2019), "Challenge-Driven Innovation Policy: Towards a New Policy Toolkit". Journal of Industry, Competition and Trade, 20, 421–437. https://doi.org/10.1007/s10842-019-00329-w.
- Ocampo, J. A. (2017), "Commodity-led Development in Latin America", Alternative Pathways to Sustainable Development: Lessons from Latin America, G. Carbonnier, H. Campodónico and S. Tezanos Vázquez (Eds.), Brill Nijhoff, pp. 51-76.
- Rodrik, D. (2004), "Industrial policy for the twenty-first century," John F. Kennedy School of Government Working Paper No. RWP04–047