

Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación

Nuevos mapas para la diplomacia

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

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.

SEPARATA X

MIRADAS PROSPECTIVAS
PARA CONOCIMIENTOS
CIENTIFICOS E
INNOVACIONES
TECNOLOGICAS DE FUTURO.

Índice

Nota Introductoria.

Emb. Pedro Oyarce

Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación desde la perspectiva: una estrategia para el Chile del futuro . Desafíos en un nuevo ciclo de política exterior.

Paula Solar

Sergio Bitar

Andres Palma

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

Gonzalo Arenas

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)

Transformation Change in Chile

Mariana Mazzucato

Nota Introductoria.

“Prospectiva y diplomacia: una mirada desde el conocimiento científico y la innovación tecnológica”.

Emb. Pedro Oyarce¹.

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 tecnológica², 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 perspectiva: una estrategia para el Chile del futuro. Desafíos en un nuevo ciclo de política exterior

Paula Solar³, Andrés Palma⁴ y Sergio Bitar⁵

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.

Buckminster 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 Unidos⁶. 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 especial 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 movilizarlos 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 depara 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 temas⁸

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 Pacífico 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 CO₂ 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 adentrarse 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 Arenas⁹

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 computadores¹¹.

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 digital¹².

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 Filadelfia¹³. 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 billones¹⁴ 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

¹¹https://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 trascendentes 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 importarles 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 vivos 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 actor¹⁵.

¿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 valóricamente¹⁶. 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 mundo¹⁸. En 2021, esa cifra llegó a 65,6% con más de 5 billones de usuarios¹⁹. 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, N°177 -178.

¹⁸ <https://ourworldindata.org/internet>

¹⁹ <https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>

mundial²⁰. 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 tweets²¹. 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 línea²².

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 cuadrados²³. 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 transmiten el 95% de la información que encontramos en internet²⁴. 66% de esta infraestructura crítica es propiedad de cuatro empresas tecnológicas: Google, Microsoft, Meta y Amazon²⁵.

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 global²⁶. 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 salarios²⁷. 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 York²⁸. 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 dólares²⁹. Cualquier elemento digital puede ser un NFT. Un tweet, como el que Jack Dorsey, fundador de Twitter vendió en 3 millones de dólares³⁰. Una animación de un gato-torta dejando una estela de arcoíris que se vendió en 600 mil dólares³¹ o zapatillas virtuales, diseñadas por el artista Fewocious de 18 años, que se vendieron en solamente 6

minutos por 3 millones de dólares³². Después de esa venta, Nike anunció la adquisición de la empresa que organizó esa subasta de zapatillas virtuales³³. Adidas no se quiso quedar atrás y anunció una cooperación con Bored Apes Yacht 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 dólares³⁵. 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 críticas 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/rftkt-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 Pokémon Go, una inversión de 300 millones de dólares³⁷; a los que se suman Nvidia, Microsoft, Tencent, Apple y hasta Walmart, que está planeando vender productos digitales³⁸.

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 2020³⁹. En otro metaverso, Sandbox, se registró otro récord con la venta de un mega yacht virtual por 650 mil dólares⁴⁰. 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 Decentraland⁴¹.

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 dólares⁴². 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 descentralizado 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 esquilas 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 evidencias 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 global⁴³.

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 digitales⁴⁴.

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 modernos⁴⁶. 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, N°177 -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 normalidad⁴⁷. 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 dólares⁴⁸. 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 nombre⁴⁹. 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 dólares⁵⁰.

Shamoon fue atribuido a Irán; WannaCry a Corea del Norte y NotPetya a Rusia⁵¹. 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 ciberespacio⁵².

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 paz⁵³. 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 antes⁵⁴.

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=KIFMEeOer3E>

interacciones de millones de personas. Necesitamos nuevos mapas y nuevas formas de hacer estos mapas porque, parafraseando a Taylor Owen⁵⁶, 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 esta revolución que viene gestándose hace décadas.

⁵⁶ Owen, Taylor. Disruptive power: the crisis of the State in the digital age.

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 global⁵⁷.

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 disímiles 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

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 mundo⁵⁸.

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 trasplantes 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 planeta⁵⁹.

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/SIDA⁶⁰. 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 genes⁶¹.

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 cardíaca congénita, 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 trasplantes⁶². 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 trasplantes.

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/>

⁶¹https://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 hacerlo⁶³.

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 centígrados⁶⁴. 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 país⁶⁵. 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 amenazas⁶⁶. 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 previa⁶⁷.

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 Unidos⁶⁸. 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>

⁶⁸https://www.migrationdataportal.org/themes/environmental_migration_and_statistics

Re, el cambio climático es la mayor amenaza a largo plazo para la economía global⁶⁹.

A modo de referencia, según el Fondo Monetario Internacional, el PIB global se redujo 3,5% en 2020 debido a la pandemia⁷⁰. Por su lado, la Gran Recesión de 2008 provocó una pérdida de 2 trillones de dólares, o 4%, del PIB global⁷¹. 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 futuro⁷². 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 recursos⁷³, 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 Unidas 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 recursos⁷⁴. 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 Antártica⁷⁵.

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 fría⁷⁶. ¿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 mundo⁷⁷. 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 global⁷⁹.

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 geopolítica⁸⁰.

⁷⁷https://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 rusa⁸¹. Fue exactamente la excusa inicial que usó Putin para la invasión, argumentando falsamente que estaba protegiendo a las poblaciones prorusas de Ucrania 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 20⁸². 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 crítica. En paralelo al despliegue de tropas en Ucrania, Rusia sigue implementando su agresiva campaña cibernética no solamente atacando sitios web del gobierno de ese país⁸³ sino también en países como Canadá⁸⁴. 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 emprendedora⁸⁵. 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 Caribe⁸⁶

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

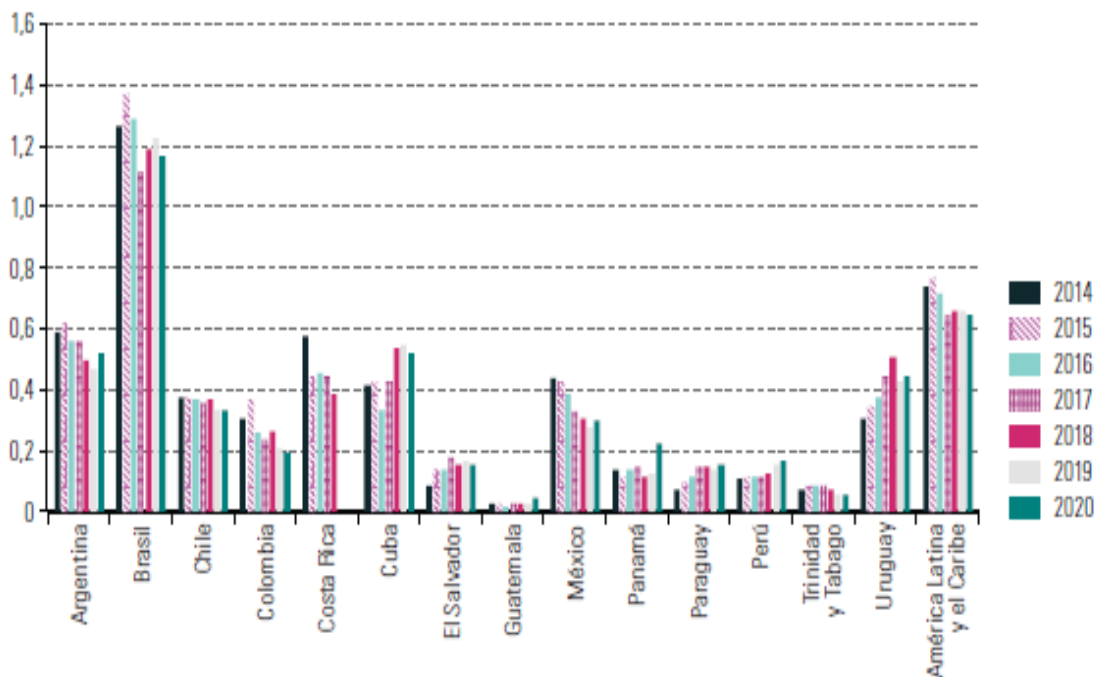
lidera en términos relativos, pues destina un 1,17% de su PIB a I+D. Le siguen Cuba, el Uruguay y la Argentina, con cerca del 0,5% (véase el gráfico I.2)

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)



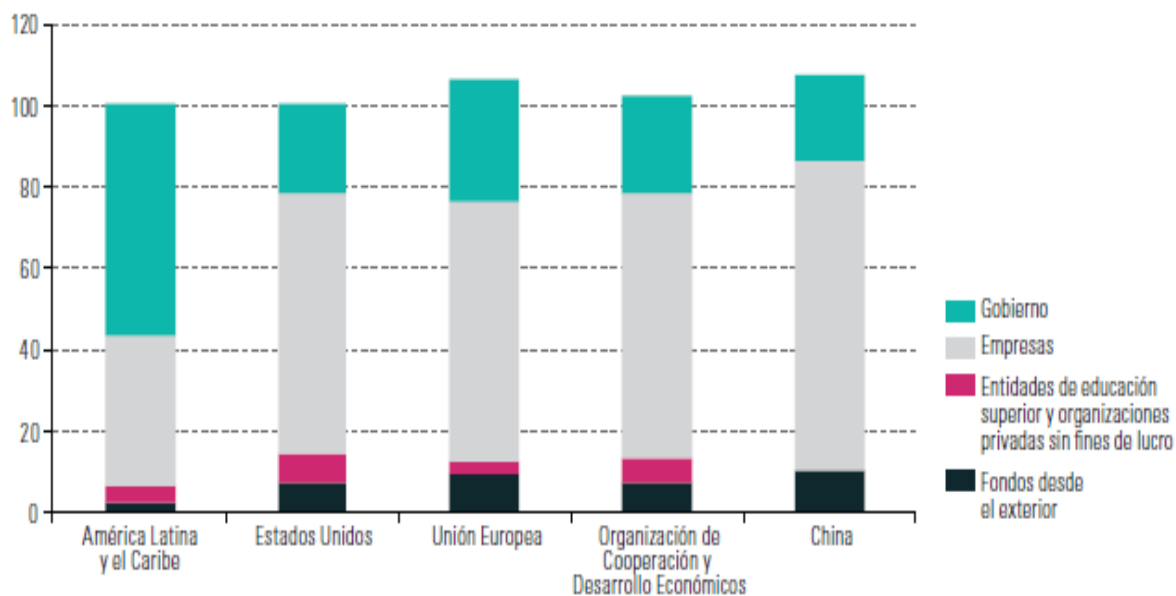
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.
Nota: En el caso de América Latina y el Caribe, los datos son estimaciones.

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.

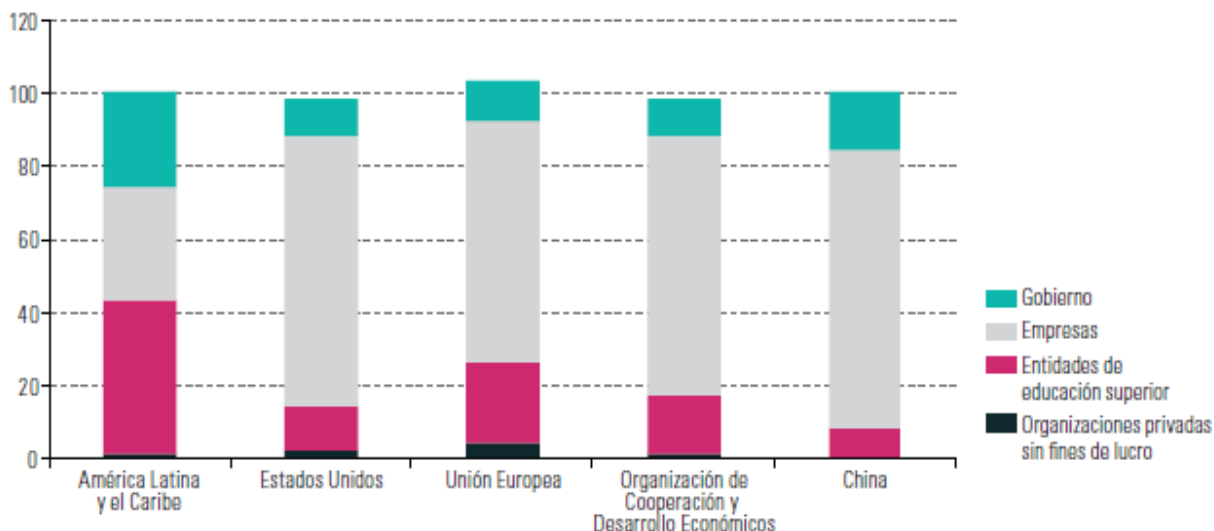
En la región, la ejecución del gasto en I+D muestra una escasa participación del sector empresarial, ya que las empresas ejecutan alrededor del 30% del total. Por otra parte, en las economías con mayores niveles de desarrollo, las empresas ejecutan entre el 65% y el 75% del total.

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).

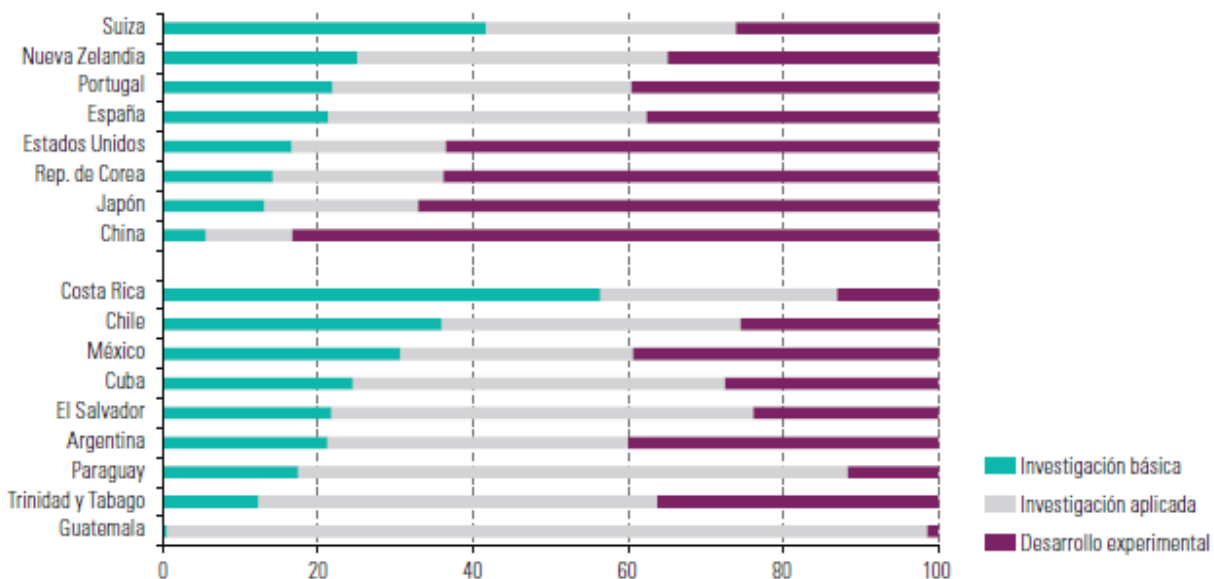
Los países de la región destinan el gasto en I+D principalmente a la investigación básica, mientras que en los países más desarrollados predomina el desarrollo experimental (véase el gráfico I.5). En consecuencia, en los países de la región las universidades desempeñan un papel destacado en la ejecución 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 área⁸⁷. 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 disminuciones⁸⁸. 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.politicascsti.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 redundaba 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

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

investigación aplicada) que permita avanzar hacia la solución de un desafío específico⁸⁹.

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

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 redefine 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 conocimiento⁹⁰.

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 sanitarias⁹¹. 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 región⁹².

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 redundaría 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 transnacionales 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 proviene 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 carbón⁹³. 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

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

(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

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 ambiental⁹⁵

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.

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/>.

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

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 required⁹⁹—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 strategy¹⁰⁰ does not pick sectors but challenges for all sectors to invest towards. It catalyses more additionality¹⁰¹ 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 approach¹⁰² 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-thirds¹⁰³ 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 sector¹⁰⁴: 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>

¹⁰⁴https://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 agency¹⁰⁵ 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 Chile¹⁰⁶. 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 region¹⁰⁸ in their efforts to achieve a more inclusive and sustainable future. I hope these reflections may help in sparking new ways of thinking.

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>

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

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