

LA CIENCIA COMO UN DERECHO SOCIAL PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Flavio Salazar Onfray

FLAVIO SALAZAR ONFRAY

Biólogo de la Universidad de Uppsala, obtuvo su doctorado en el Instituto Karolinska, ambos en Suecia. Trabaja en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Su trabajo se ha centrado en varios aspectos de la inmunología tumoral, desde la investigación básica hasta los ensayos clínicos. Ha liderado un grupo multidisciplinario que realizó ensayos clínicos de Fase I y Fase I/II en Chile de inmunoterapia contra el cáncer. De 2005 a 2022 fue subdirector del Instituto Milenio de Inmunología e Inmunoterapia. También fue presidente de la Sociedad Chilena de Inmunología y es ex presidente de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Inmunología (ALAI). Fundó dos empresas spin-off, Oncobiomed en 2002, dedicada a la transferencia de tecnología de inmunoterapia celular, y Bionex en 2007, dedicada a asesorar a científicos básicos en el diseño de aplicaciones de I+D. Desde 2014 hasta marzo de 2022 fue Vicerrector de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile. Fue ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de marzo a septiembre de 2022. Desde 2023 es miembro correspondiente a la Academia Chilena de Ciencias.

LA CIENCIA COMO UN DERECHO SOCIAL PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

INTRODUCCIÓN

El progreso histórico de las civilizaciones humanas se sostiene, en gran parte, por la acumulación social del conocimiento. Este se nutre de la experiencia, la reflexión y el saber previo. La sistematización de la creación de conocimiento se conoce hoy como ciencia y aunque no es la única forma de generación de saberes, resulta esencial para el avance de la sociedad. Paradójicamente, la ciencia encierra en sí misma una contradicción: al ser fruto de la organización social también forma parte del modelo productivo y se ha transformado en una mercancía de acceso privilegiado en la industria capitalista. Los avances tecnológicos han acelerado cualitativamente la productividad industrial y la explotación de los recursos de nuestro planeta. Esta discordancia dialéctica ha tensionado las apreciaciones políticas respecto del valor potencial de la ciencia y la tecnología en un nuevo modelo productivo sostenible, que supere al neoliberalismo y permita, a su vez, explorar nuevas culturas y fomentar un desarrollo integral de los saberes en beneficio de un mejor vivir.

Lo cierto es que en un nivel global, la humanidad se enfrenta a desafíos de carácter sistémico, donde se entrelazan oportunidades y amenazas para el planeta y sus habitantes. Los notables avances en la productividad global, sustentada en progresos tecnológicos tales como la nueva dimensión de capacidades de análisis de datos, las plataformas ómicas, y nuevas fuentes de energía renovables han incrementado exponencialmente el mercado global, lo que ha generado un crecimiento económico sin precedentes durante los últimos 50 años. La gran versatilidad de la inteligencia artificial se ha sumado a la inédita integración e interconexión —ocurrida durante el presente siglo— entre países, organizaciones y personas, sustentada en la red informática global que ha abierto la posibilidad de acceder a información y conocimiento como nunca antes en la historia. Estos avances, entre otras varias transformaciones, han acelerado la expansión económica global, aunque con una marcada heterogeneidad y desigualdad entre países industrializados y el resto del planeta.

Las miradas economicistas dominantes, que entienden el uso de la ciencia y tecnología únicamente como mercancía para un crecimiento continuo, han producido enormes daños al ecosistema que amenazan con volverse irreversibles y cuestionan la supervivencia de las próximas generaciones (UNDP, 2020). Estas

aproximaciones reduccionistas han exacerbado las brechas en las relaciones de género, étnicas y geográficas. Por su parte, y aunque en algún momento fue opacado por la pandemia, el acelerado cambio climático sigue produciendo efectos devastadores para grandes segmentos de la población mundial (IPCC, 2021), afectando a enormes sectores del aparato productivo, tales como la agricultura y el equilibrio marino (FAO, 2018), y generando, como consecuencia, inestabilidad política y profundización de las desigualdades sociales (Myers y Patz, 2009). Las migraciones masivas, a su vez, forzadas por los conflictos geopolíticos y la desigualdad creciente están tensionando la cohesión social, política, regional y cultural entre y dentro de los países (IOM, 2021). En ese sentido, la concentración de datos y la acumulación de conocimiento en unas pocas corporaciones globales han incrementado la disparidad entre los propios países desarrollados, y profundizado el estancamiento en los países en vías de desarrollo (UNCTAD, 2019).

La explotación de recursos naturales sin una visión de sustentabilidad ha ocasionado problemas de contaminación aguda y da cabida, entre otros perjuicios, a las llamadas zonas de sacrificio, como la que hemos sufrido en Chile, que no se justifican desde una mirada ética (Gudynas, 2018). La invasión de hábitats no solamente amenaza la supervivencia de diversas especies, sino que junto con la irracional industria de producción animal, también aumenta los riesgos de nuevas pandemias causadas por enfermedades zoonóticas (Sahlberg, 2011; Wallace, 2016). Estos desequilibrios nos presentan un panorama funesto y generan un descontento de las masas que debilita la cohesión social, relativiza la democracia y puede fomentar el avance de movimientos de tendencia totalitaria que apelan a los prejuicios y a la irracionalidad.

En el contexto anterior, la implementación de un nuevo modelo de desarrollo, que se sustente en el conocimiento, la ciencia y la tecnología para diversificar la matriz productiva de Chile y generar una sociedad más equitativa y sustentable, debe contemplar ciertos principios y promover cambios culturales que democratizen el conocimiento y lo pongan al servicio de toda la sociedad. Así, las instituciones dedicadas a la generación, difusión y uso de este, particularmente las universidades, deben tener la responsabilidad no solo de responder las preguntas esenciales en cada una de sus disciplinas, sino de servir de pilar fundamental para la toma de decisiones estratégicas que se basen en evidencias y promuevan el interés común y el bienestar de sus ciudadanos. Resulta urgente entonces abordar colectivamente los retos que nos presenta la tercera revolución tecnológica. En este sentido, las ciencias sociales y las humanidades deben ser incorporadas protagónicamente al debate sobre ciencia, tecnología y conocimiento, mediante las dinámicas del pensamiento

crítico que, en estrecho diálogo con las ciencias exactas y naturales, orienten este conocimiento hacia la mejora de la calidad de vida de amplios segmentos de hombres, mujeres y niños, mitigando sus potenciales efectos adversos.

LA CIENCIA COMO DERECHO SOCIAL EN UNA SOCIEDAD DEMOCRÁTICA

La necesidad de reconocimiento de la ciencia como un derecho social se sustenta en la premisa de que todos los ciudadanos deben tener acceso al conocimiento científico y a sus beneficios. Esto incluye la educación científica, la participación en investigaciones y el acceso a los resultados de las mismas. Históricamente, la lucha por los derechos sociales ha incluido la demanda por acceso a la educación y a la ciencia, reflejando su importancia para el desarrollo equitativo de la sociedad. Diversos países han integrado a la ciencia como un derecho social mediante políticas educativas y de desarrollo que promueven el acceso equitativo al conocimiento científico. En Finlandia, por ejemplo, la ciencia se ha incorporado en el sistema educativo como un pilar fundamental, garantizando educación científica de alta calidad para todos, lo que ha contribuido a su competitividad global (Sahlberg, 2011; Ministerio de Cultura de Finlandia, 2016). En Corea del Sur, a través de una fuerte inversión en investigación y desarrollo (I+D), se ha vinculado a la ciencia con la innovación tecnológica, lo que ha impulsado su crecimiento económico (OECD, 2014; Park, 2018). Alemania ha implementado políticas que financian la investigación orientada al bienestar social, y que han fortalecido su posición como líder en innovación (BMBF, 2019; Krull, 2017). En nuestra región, particularmente en Brasil, la ciencia se ha utilizado como una herramienta de inclusión social, llevando el conocimiento científico a comunidades vulnerables y contribuyendo con ello a la reducción de las desigualdades (MCTIC, 2010; Schwartzman, 2015). Finalmente, Sudáfrica ha enfocado sus políticas de ciencia y tecnología en la reparación de desigualdades históricas, promoviendo el desarrollo económico inclusivo y el acceso equitativo a la ciencia en todo el país (Departamento de Ciencia y Tecnología de Sudáfrica, 2019; Mouton y Gevers, 2016).

En Chile, la ciencia ha sido reconocida, paulatinamente, como un componente esencial para el desarrollo social y económico. Esta visión ha ido incorporándose de manera progresiva en la legislación y en las políticas públicas, aunque aún existen desafíos significativos para su plena integración como un derecho social. Respecto a la legislación actual, aunque la Constitución Política de la República de Chile (1980) no contempla explícitamente el derecho a la ciencia,

establece el derecho a la educación y al desarrollo de la cultura y las artes, que se puede interpretar como un reconocimiento implícito, aunque insuficiente, del valor del conocimiento científico. Anteriormente, la Ley 16.746 (1968) que creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) fue justificada por la necesidad de coordinar y promover el desarrollo científico y tecnológico en el país. Durante esa época, se reconoció que la ciencia y la tecnología eran fundamentales para el progreso económico y social de Chile, por lo que resultaba crucial contar con una institución dedicada a planificar, coordinar, y fomentar la investigación científica y tecnológica. Esta iniciativa surgió en un contexto de creciente reconocimiento del rol de la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional y en la modernización del país, y es quizás la política científica más significativa en la historia de Chile.

Más recientemente, la Ley 20.129 (2006) creó el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, que incluye criterios de calidad en investigación científica y tecnológica, y fue promulgada la Ley 21.105 (2018) que establece el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), formalizando el compromiso del Estado con el desarrollo científico y tecnológico. La ANID reemplazó al antiguo CONICYT y tiene como objetivo central coordinar, gestionar y promover las políticas públicas en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, con un enfoque en la innovación y la vinculación del conocimiento con las necesidades del país. La nueva institucionalidad busca fortalecer el ecosistema de ciencia y tecnología para responder de manera más eficiente a los desafíos del desarrollo sostenible y la competitividad internacional de Chile.

Adicionalmente, en términos de políticas públicas se estableció una agenda de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2019) que define las prioridades y estrategias del país en estas áreas, enfocándose en la innovación, el desarrollo sustentable y la inclusión social (CONICYT, 2019). Varias leyes y proyectos actuales se enmarcan en impulsar la generación de conocimiento y la vinculación tecnológica entre el Estado, instituciones de educación superior y el sector productivo privado. El Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) amparado en la misma Ley 21.105 tiene la misión de diseñar y proponer una estrategia nacional de innovación que promueva la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y fortalezca la capacidad innovadora del país. Actualmente, se encuentra en discusión avanzada en el parlamento la ley de transferencia tecnológica, que regula los derechos de propiedad intelectual, la generación de repositorios para ciencia abierta y el fomento al emprendimiento de base científico-tecnológica. Esta, junto con las modificaciones a la Ley

20.241 (2018) de incentivo tributario para la I+D que deben aprobarse prontamente, significan un compromiso de la institucionalidad con un proyecto de fortalecimiento de la ciencia para el desarrollo.

Lamentablemente, todas estas normativas nacionales, que apuntan al fortalecimiento de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación para robustecer las capacidades productivas y mejorar la vida de los ciudadanos, chocan con una histórica falta de acción política que ha impedido que dichas normativas se reflejen en un aumento cualitativo de la inversión del presupuesto nacional en estas áreas. En efecto, durante más de una década la inversión en ciencia y tecnología de Chile no ha superado el 0,38% del PIB, lo que contrasta ostensiblemente con países que han alcanzado el desarrollo. Como ejemplos, los países de la OCDE, de la que formamos parte en los últimos lugares, invierten en promedio el 2,5% del PIB (OECD, 2024) y países como Suecia y Corea del Sur más del 5%. Otra debilidad del sistema normativo es la disminuida participación de la comunidad científica y de los representantes de las instituciones de educación superior en el debate de prioridades del sector. Existe una clara amenaza de que el diseño de políticas públicas se concentre excesivamente en intereses políticos y económicos coyunturales y se debiliten las miradas disruptivas de los especialistas. El Ministerio de Ciencias, la ANID, la CORFO, el CNID y la Comisión Futuro del Senado, entre otros organismos del Estado, deben contemplar una mayor y más variada participación de las comunidades científicas en todos sus niveles, incluyendo a los investigadores en formación.

LA CIENCIA: UNA INVERSIÓN Y NO UN GASTO

La ciencia, la tecnología, el conocimiento y la cultura no son lujos de países ricos. De hecho, constituyen la base para cualquier proyecto de transición desde un modelo extractivista hacia una sociedad integralmente avanzada, basada en el conocimiento y que apunte a la sustentabilidad. En este sentido, la artificial contradicción entre crecimiento económico y derechos sociales se puede resolver diversificando la matriz productiva del país a través de un proyecto de largo plazo que le otorgue a las instituciones públicas, a la sociedad y a los ciudadanos un papel en la construcción de su futuro, más allá del solo interés particular. Las brechas de género, la excesiva centralización de capacidades de I+D, la falta de cooperación y de articulación de grandes proyectos de interés nacional requieren, para revertirse, que las declaraciones discursivas sean acompañadas de una inversión que permita la sostenibilidad de nuevos programas.

Avanzar en esta dirección exige un fortalecimiento del liderazgo de las instituciones públicas, inspiradoras de grandes proyectos y programas de desarrollo de interés nacional articulados desde el Estado, con participación de la academia y del sector productivo público y privado. De esta forma, se pueden alinear las potencialidades que se encuentran dispersas en organismos públicos y empresas privadas para enfocarlas en un proyecto de desarrollo común que responda a las necesidades del país, aprovechando recursos humanos, ventajas naturales y cooperación internacional. La cooperación y articulación, por sobre la sola competencia, permitiría poner en movimiento energías que por sí mismas son insuficientes. De manera coordinada, los ministerios, los gobiernos regionales, las universidades, la comunidad científica y el sector productivo pueden abordar desafíos basados en diagnósticos y soluciones locales colectivas.

La complejidad de los sistemas físicos, biológicos y sociales obliga a repositionar visiones integrales, limitando las miradas y prácticas reduccionistas excesivas, incluyendo aquellas estrategias puramente economicistas. Naturalmente, el conocimiento acumulado por la humanidad ya no puede almacenarse en una mente individual, como en la antigüedad o en el renacimiento, ni tampoco ser abordado desde una sola ciencia o una sola institución, sino que se encuentra distribuido en millones de cerebros y discos duros de inteligencia artificial interconectados, que deben ser articulados mediante discusiones y trabajos transdisciplinarios colaborativos. Esto no significa, de ninguna manera, que los saberes disciplinarios queden obsoletos; muy por el contrario, sabemos que la profundidad se alcanza mediante la revisión objetiva de pares que requieren de una determinada experticia. Por lo tanto, el cultivo de la excelencia disciplinar en las ciencias básicas seguirá jugando un papel trascendental en la profundización del conocimiento y en la formación de nuevos cuadros científicos, aunque se debe producir una profunda revisión de los parámetros e indicadores de productividad utilizados hasta hoy.

Resulta urgente abordar los retos que nos presenta la acumulación masiva de conocimientos acerca de los secretos de la biogenética, la informática, la conectividad, el procesamiento de datos y la llamada inteligencia artificial, con el objetivo de dirigirlos hacia el mejoramiento de la calidad de vida de amplios segmentos de hombres, mujeres y niños. A su vez, es necesario hacernos cargo de los fenómenos asociados al crecimiento y a la industrialización —tales como el cambio climático, los cambios demográficos, las migraciones masivas, las inequidades sociales, la salud de la población, la explotación sustentable de los recursos naturales— dado que ya no son solo una opción para el crecimiento y el desarrollo, sino más bien una condición para la permanencia de las sociedades desarrolladas.

SUPERAR LAS BRECHAS MEDIANTE UNA ESTRATEGIA INTEGRAL Y DE LARGO PLAZO

Para hacernos cargo responsablemente de estos retos se requiere abordar brechas y desafíos con mayor ambición y planificación, dando énfasis a políticas de corto y largo plazo que impulsen un cambio cultural. La desigualdad de género en la ciencia es un problema persistente. En Chile, las mujeres están subrepresentadas en las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). En la ANID, solo el 30% de los proyectos son liderados por mujeres y en la academia la participación de mujeres en las jerarquías más altas es aún menor (MCTIC, 2023). En estas circunstancias resulta crucial implementar políticas que promuevan la equidad de género, tales como programas de mentoría, financiamiento específico para mujeres investigadoras, criterios de evaluación inclusivos y campañas de concientización. La inclusión y la diversidad en la producción científica no solo son imperativos éticos, sino que también benefician la calidad y el impacto de la investigación. La pluralidad en los equipos fomenta una mayor creatividad y los vuelve más eficaces en la resolución de problemas complejos, gracias a la amalgama de perspectivas y experiencias variadas. Evidencias recientes han demostrado que la heterogeneidad puede incrementar la relevancia y la aplicabilidad de los hallazgos científicos, haciendo que los beneficios de la ciencia alcancen a una parte más amplia de la población y, por ende, aumente su impacto socioeconómico (Smith et al., 2017). Adicionalmente, un enfoque inclusivo en la ciencia ayuda a mitigar sesgos en el diseño y análisis experimentales, lo cual fortalece la integridad del proceso científico (Jones y Williams, 2019). Ejemplos notables de políticas de género en la ciencia incluyen la iniciativa Athena SWAN del Reino Unido, que ha mejorado el ambiente laboral y aumentado la retención de talentos femeninos en campos STEM (Taylor y Simard, 2015), y los esfuerzos del gobierno canadiense, que mediante la implementación de políticas de diversidad y equidad de género ha logrado una mayor inclusión de mujeres y de grupos minoritarios en la investigación (Brown y Larson, 2018).

Por otra parte, se requiere incentivar la colaboración descentralizada y multidisciplinaria de saberes que, mediante su vinculación con actores de los organismos públicos, del sector privado y de la comunidad, la transformen en investigación transdisciplinaria que impacte a la sociedad en su conjunto. En este sentido, la vinculación internacional multilateral es una posibilidad que un país abierto al mundo como Chile debe aprovechar. A las relaciones científicas con centros líderes en Estados Unidos y Europa debemos agregar las enormes posibilidades que se han abierto para la colaboración con Asia, especialmente con China. Este país oriental ha consolidado un liderazgo mundial en materias

científicas y tecnológicas (Wang y Zheng, 2019; World Intellectual Property Organization, 2022), por lo que, basados en el creciente intercambio comercial internacional y el interés chino de establecer relaciones más profundas con Latinoamérica, debemos construir una agenda que incorpore la formación de capital humano y la transferencia tecnológica. En un nivel regional, profundizar las relaciones científicas con países como Brasil, México y Argentina puede ser ventajoso para el impulso de una plataforma científica regional integradora.

Especialmente importante es administrar con sentido estratégico las proyecciones que existen sobre nuevos recursos naturales. El litio, el cobre y las energías naturales han despertado enorme interés de los mercados globales otorgando a Chile una oportunidad de crecimiento (Jamasmie, 2021; Vergara y Alatorre, 2020). Pero esta vez debemos ampliar la mirada e incorporar aspectos de captura tecnológica, formación de profesionales y técnicos e integración de la industria de proveedores nacionales, con el fin de ampliar los beneficios y mitigar los aspectos negativos de la sobreexplotación de recursos. Un nuevo modelo de desarrollo no puede ser impuesto flexibilizando las exigencias ambientales o de impacto social. La institucionalidad para la innovación, junto con fomentar la transferencia del conocimiento hacia los sectores públicos y privados, debe además incorporar variables como la sustentabilidad y el bien social. Finalmente, se requiere fortalecer una integración regional e internacional que, mediante la colaboración más que la competencia, otorgue una mirada científico cultural que parta desde lo regional a lo global y nos permita reconocernos sin complejos, como parte de una sociedad con ventajas comparativas y debilidades estructurales.

EL PAPEL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

La Universidad de Chile se encuentra en una posición estratégica para contribuir a un nuevo modelo de desarrollo nacional basado en el conocimiento, la ciencia y la tecnología, asumiendo un rol protagónico en la integración de la excelencia académica con la pertinencia social. La productividad científica de la Universidad de Chile está avalada por numerosos rankings internacionales (The Nature Index, The Academic Ranking of World Universities). No obstante, la universidad no solo debe aspirar a cumplir con estándares internacionales de productividad, sino también responder a las necesidades específicas del país, particularmente en áreas clave como la innovación tecnológica, la equidad social y la sostenibilidad.

Ejemplos concretos de este enfoque incluyen el desarrollo de innovaciones basadas en ciencia (Tantaku, s/f) tales como: Autómatas para minería subterránea del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC), consistente en un sistema de automatización de maquinaria industrial de exploración y desplazamiento en galerías subterráneas para la minería; un software para análisis de similitud de marcas comerciales (*AI-Trademark*) del Departamento de Energía Eléctrica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas; y la implementación de un test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI) del Centro de Investigación Avanzada en educación (CIAE), que consiste en una prueba de evaluación para infantes menores de 72 meses.

Respecto a las ciencias de la salud y su consecuente impacto en salud pública, en la facultad de Medicina se desarrollan kits para identificación de anticuerpos neutralizantes para Sars-Cov-2 en el laboratorio de Virología Molecular; y vacunas contra el cáncer de piel *TAPCells* y *LycellVax* en fase de pruebas clínicas, en el Instituto de Ciencias Biomédicas (ICBM). En términos de ciencia transdisciplinar, se desarrolla en el Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB) una plataforma de optimización de medios de cultivos celulares (CELIA), a modo de maximizar la productividad de insumos para terapias celulares e investigación biotecnológica; y una Plataforma de movilidad (*COVID Analytics*) entre el Instituto de Sistemas Complejos (ISCI) y Entel Ocean, que provee análisis de datos de movilidad y variables pandémicas para la toma de decisiones de salud pública.

Estos son solo algunos ejemplos de la gran variedad de proyectos de I+D+i que se albergan en la Universidad de Chile y que constituyen un patrimonio nacional para ser utilizado en beneficio de la sociedad en su conjunto. Se trata de tecnologías más eficientes y sustentables que no solo abordan problemas locales, sino que también posicionan a la universidad como un referente en innovación aplicada dirigida al desarrollo económico y social del país. Estos proyectos demuestran el compromiso de la Universidad de Chile con la creación de un impacto concreto en la calidad de vida de la población, promoviendo un desarrollo económico que se sostiene en la ciencia y la tecnología. Sin embargo, fomentar la innovación también requiere proyectarla a largo plazo. El potencial de iniciativas como el Parque Académico Laguna Caren necesita un nuevo impulso, ya que se trata de proyectos que imaginan un espacio para la articulación de diversos actores nacionales e internacionales, públicos y privados y de todas las ramas del conocimiento, donde con apoyo del Estado se pueden construir las bases de nuevas capacidades para el desarrollo sostenible.

CONCLUSIÓN

Chile enfrenta una encrucijada histórica en su camino hacia el desarrollo. La integración de la ciencia y la tecnología en un proyecto nacional coherente es esencial para diversificar la economía y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. La Universidad de Chile, con su liderazgo en investigación y su compromiso con la innovación, está llamada a desempeñar un papel central en este proceso. Sin embargo, para transformar el potencial científico y tecnológico del país en una realidad tangible se requiere, además, de un compromiso político y social real, acompañado de inversiones significativas y políticas efectivas.

La investigación transdisciplinaria, que integra diversas disciplinas para abordar problemas complejos, es fundamental para enfrentar los desafíos actuales. La equidad de género y la inclusión son esenciales para fomentar un ambiente de trabajo justo y productivo, mientras que los saberes ancestrales ofrecen perspectivas valiosas que pueden enriquecer el proceso científico. El aumento de recursos para la ciencia es crucial para sostener el desarrollo científico y tecnológico, mientras que la internacionalización y la cooperación regional permiten el intercambio de conocimientos y la colaboración en proyectos de interés mutuo.

La definición de desarrollo debe superar la mirada economicista enfocada estrictamente en el crecimiento. Variables como la calidad de vida, la equidad de acceso, y los beneficios sociales y de sustentabilidad ecológica son esenciales para la nueva definición de desarrollo integral. La ciencia también juega un papel crucial en la mitigación de las amenazas socioambientales. La investigación sobre el cambio climático, la explotación sostenible de los recursos naturales y la resiliencia ante desastres naturales son áreas en las que la ciencia puede proporcionar soluciones innovadoras y basadas en evidencias. La implementación de macroproyectos ambiciosos, como el Parque Laguna Carén, y el aprovechamiento de oportunidades en la investigación biomédica, son pasos importantes para transformar el potencial científico y tecnológico de Chile en una realidad tangible al servicio de un buen vivir.

REFERENCIAS

- Academic Ranking of World Universities (ARWU). *University of Chile*. <https://www.shanghairanking.com/institution/university-of-chile>
- Brown, R. F., & Larson, R. B. (2018). Diversity initiatives in Canadian research funding: Effects on innovation. *Canadian Journal of Science Policy*, 20(3), 77-89.
- Carruthers, D. V. (2008). *Environmental justice in Latin America: Problems, promise, and practice*. MIT Press.
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo. (2019). *Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para Chile*. https://docs.consejocctci.cl/wp-content/uploads/2021/05/CTCI-para-Chile-y-Contexto-para-la-reflexion_web.pdf
- Department of Science and Technology, South Africa. (2019). *White paper on science, technology and innovation*. <https://www.dst.gov.za>
- Federal Ministry of Education and Research (BMBF). (2019). *The high-tech strategy 2025*. <https://www.bmbf.de>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). *The state of the world's fisheries and aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. FAO. <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>
- Gudynas, E. (2018). *Extractivisms: Politics, economy and ecology*. Daraja Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- International Organization for Migration (IOM). (2021). *World migration report 2022*. IOM. <https://worldmigrationreport.iom.int/>
- Jamasmie, C. (2021). Chile's ambitious plans for its gigantic copper and lithium reserves. *Mining.com*. <https://www.mining.com>
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990-993. <https://www.nature.com/articles/nature06536>
- Jones, L. M., & Williams, D. R. (2019). The role of diversity in scientific research settings: A comprehensive review. *Scientific American*, 321(4), 48-55.

- Krull, W. (2017). Excellence strategy for Germany's universities. *Nature*, 543, 288. <https://www.nature.com/articles/543288a>
- Ley 20129 Establece un sistema nacional de aseguramiento de la calidad de la educación superior. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=255323>
- Ley 20241 Establece un incentivo tributario a la inversión privada en investigación y desarrollo. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=268637>
- Ley 21105 Crea el ministerio de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1121682>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2023). *Tercera radiografía de género en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación*. <https://minciencia.gob.cl/noticias/tercera-radiografia-de-genero-de-minciencia-una-de-cada-tres-personas-que-hacen-investigacion-en-chile-son-mujeres/>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones (MCTIC). (2010). *Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Inovação para Inclusão Social*. <https://www.mctic.gov.br>
- Ministry of Education and Culture, Finland. (2016). *Education and research 2016–2020*. <https://minedu.fi>
- Mouton, J., & Gevers, W. (2016). Science in South Africa: Transforming the landscape. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 8(3), 205-217.
- Myers, S. S., & Patz, J. A. (2009). Emerging threats to human health from global environmental change. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 223-252. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.environ.033108.102650>
- Nature Index. (2024). *Research leaders: University of Chile*. <https://www.nature.com/nature-index/institution-outputs/Chile/University%20of%20Chile/5139073734d6b65e6a002248>
- OECD. (2014). *Innovation in Southeast Asia*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264223577-en>
- OECD. (2024). *The OECD main science and technology indicators (MSTI) 2024*. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/main-science-and-technology-indicators.html>

- Park, S. (2018). South Korea's science and technology policy for the 4th industrial revolution. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(3), 334-345.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish lessons: What can the world learn from educational change in Finland?* Teachers College Press.
- Schwartzman, S. (2015). Science, technology, and innovation policies in Brazil: An overview. In *The new Brazilian economy*. Springer.
- Smith, J. D., et al. (2017). Impact of diversity in research teams on the innovation of science and technology. *Journal of Research Administration*, 48(1), 55-70.
- Taylor, M. J., & Simard, M. (2015). Benefits of gender diversity in science and technology research. *Gender and Innovation in Science*, 13(2), 112-128.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2019). *Digital economy report 2019 - Value creation and capture: Implications for developing countries*. UNCTAD. <https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2019>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2020). *Human development report 2020: The next frontier - Human development and the Anthropocene*. UNDP. <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020.pdf>
- Universidad de Chile. *Soluciones de impacto: Casos de éxito en innovación de la Universidad de Chile*. Tantaku. <https://tantaku.cl/soluciones-de-impacto-casos-de-exito-en-innovacion-de-la-universidad-de-chile/>
- Vergara, W., & Alatorre, J. E. (2020). Achieving universal electricity access at the lowest cost: A comparison of Chile, Colombia, and Peru. *The World Bank*. <https://openknowledge.worldbank.org>
- Wallace, R. (2016). *Big farms make big flu: Dispatches on infectious disease, agribusiness, and the nature of science*. Monthly Review Press. <https://doi.org/10.1583675915>
- Wang, X., & Zheng, Y. (2019). China's innovation-driven development strategy: Progress and challenges. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 10(1), 65-89.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2022). *Global innovation index 2022: China*. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_2000_2022/cn.pdf