

TENDENCIAS Y DESAFÍOS DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN AMÉRICA LATINA

Data de aceite: 03/06/2024

Olga Lilihet Matallana Kuan

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia-UNAD, Docente MGF
(Colombia)

<https://orcid.org/0000-0002-3563-1668>

Angelica María Arboleda Ramos

Corporación Universitaria Minuto de Dios
-UNIMINUTO, Docente (Colombia)

<https://orcid.org/0000-0001-7919-9689>

Adriana Milena Tejedor Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia-UNAD, Docente MGF
(Colombia)

<https://orcid.org/0009-0001-4637-8995>

Ángela Mayellis Melo Hidalgo

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia-UNAD, Coordinadora MGF
(Colombia)

<https://orcid.org/0000-0001-5994-571X>

Nilton Marques de Oliveira

Universidade Federal do Tocantins-
UFT, Docente do curso de economia
e do Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional, Palmas – TO
(Brasil)

<https://orcid.org/0000-0001-6485-314X>

Cristian Orlando Avila Quiñones

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia-UNAD, Docente MGF
(Colombia)

<https://orcid.org/0000-0003-3941-7631>

RESUMEN: El presente capítulo tiene por objetivo explorar las tendencias y desafíos que enfrenta la investigación y producción de conocimiento en América latina, para ello se propone una metodología descriptiva con enfoque analítico mediante investigación documental, se analizan las políticas públicas de ciencia y tecnología y los organismos que las impulsan en la región, se emplean indicadores de inversiones en Ciencia y Tecnología a nivel mundial y a nivel regional, brindando resultados respecto a cómo operan los sistemas de investigaciones revisan y analizan las cifras de producción académica y patentes estableciendo en cada uno de los apartes datos en tablas y gráficos que permiten apreciar las métricas de la actividad investigativa. Los resultados ratifican la importancia de la productividad académica latinoamericana en términos de visibilidad, indicadores de cooperación y prácticas de

open Access. Finalmente se presentan conclusiones en torno a los aspectos esperanzadores que hay que fortalecer para mejorar las redes de cooperación, dinamizar la inversión privada en ciencia y tecnología y continuar con las prácticas de democratizar el conocimiento y los aspectos que hay que fortalecer en términos de innovación con un mayor número de patentes que permitan mayores avances en tecnología y sus aplicaciones al mercado y establecer condiciones de política pública que impidan la fuga de cerebros de los investigadores de la región.

PALABRAS CLAVE: Cambio tecnológico; Investigación y desarrollo (I+D), Gestión de la innovación tecnológica y de la I + D, Política pública.

INTRODUCCIÓN

Es esencial para cualquier región contar con una sólida producción científica de ciencia y la tecnología, capaz de satisfacer las demandas de una sociedad impulsada por el conocimiento. Esta producción no solo actúa como motor de dinamismo, desarrollo social, económico y ambiental, sino que también genera innovaciones y avances tecnológicos que mejoran significativamente la competitividad y productividad de los países. Estas mejoras impulsan la creación de empresas y empleos basados en el conocimiento, fomentando así una mayor diversificación económica y fortaleciendo las capacidades científicas y tecnológicas de la fuerza laboral.

En América Latina, la investigación y producción de conocimiento académico es baja en referencia a la producción científica mundial, este hecho se atribuye a factores estructurales como la escasa inversión en Ciencia y tecnología, la falta de infraestructura tecnológica y la ausencia de una institucionalidad fuerte que consolide políticas científicas sólidas y de largo plazo que permitan generar una mayor producción académica (Quintanilla-Montoya, 2008). Otros factores como la ausencia de cultura científica, el bajo interés en la formación investigativa en los pregrados y postgrados y las pocas entidades que financian investigaciones en la región contribuyen al exiguo desarrollo de esta cultura científica (José-Abrego y Panduro, 2022). Para (Ramírez y Salcedo, 2023), en la región se ha privilegiado la conformación de universidades profesionalizantes más que universidades investigadoras ahondando la situación de desigualdad, baja productividad y poca visibilidad en las investigaciones latinoamericanas.

En términos de políticas públicas de ciencia y tecnología, la región ha tenido relaciones de dependencia respecto a los países centrales este hecho se evidencia en las agendas de investigación, las políticas de financiamiento, los modelos y prácticas científicas y tecnológicas, así como en las políticas de internacionalización de la ciencia. (Tosto, 2023). También la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021), ha indicado que se requieren reformas en las políticas públicas para generar capacidades dinámicas en los gobiernos. Esto implica enfoques transdisciplinarios y establecer carteras de apoyo gubernamental dirigidas a mejorar las capacidades, instrumentos y mecanismos de innovación necesarios para la solución de los desafíos regionales.

En cuanto a las políticas públicas de ética investigativa se ha observado un progreso limitado, al respecto (José-Abrego y Panduro, 2022), destacan avances en Chile donde existe el centro interdisciplinario de Estudios de Bioética que se enfoca a formar profesionales responsables con sus investigaciones, Sin embargo, es marcada la diferencia con países como en Estados Unidos Donde existen políticas federales de integridad científica, en Europa donde se maneja un código europeo de conducta para la integridad de la investigación, o en Japón y Canadá donde existen lineamientos sobre ética y preservación de la ciencia que permiten afinar esta cultura científica, limitando los conflictos de interés y estableciendo pautas éticas.

Otro aspecto a considerar es la divulgación del conocimiento y circulación de la producción científica de la región; Al revisar las bases de datos científicas internacionales se aprecia la baja participación de los investigadores latinoamericanos en la producción científica mundial, existiendo una brecha importante en lo que respecta a número de publicaciones respecto a otras regiones, brecha se ahonda si se habla de patentes fruto de investigación. Esta óptica debe considerarse ya que las publicaciones científicas describen los fundamentos científicos y los resultados de una investigación mientras las patentes denotan la aplicación esos conocimientos en la práctica para desarrollar nuevos productos, procesos o tecnologías.

En este contexto, el objetivo de este capítulo es explorar las tendencias y desafíos que enfrenta la investigación y producción de conocimiento en América latina abordando cinco secciones: la primera hace referencia a la orientación estratégica de las políticas públicas establecidas en Brasil, Chile, Argentina, México y Colombia. En la segunda sección se realiza una descripción de la metodología empleada para obtener y analizar la información. En la tercera, se analiza el grado de inversión en áreas de ciencia y tecnología como porcentaje del PIB en los países seleccionados en relación al gasto mundial. En la cuarta sección se evalúa la producción científica en publicaciones, citas y disciplinas más destacadas en los países analizados. En la quinta, se abordan las patentes resultado de investigaciones en América Latina, Finalmente se presenta un aparte de conclusiones que sintetiza las tendencias y desafíos que enfrenta el desarrollo científico y tecnológico de la región.

ABORDAJE METODOLÓGICO

El estudio planteado es descriptivo y se centra en recopilar características de estado de la investigación y producción de conocimiento en América Latina, se plantea un enfoque analítico y exploratorio mediante el estudio de categorías específicas de investigación documental que permiten una visión general del objeto de estudio. Al respecto (Echeverría-King et al., 2021), puntualizan que los estudios descriptivos tienen la intención de exponer hechos, características y situaciones de forma sistemática y objetiva. El avance del conocimiento implica la revisión de trabajos previos que permiten ampliar la frontera del conocimiento y establecer literatura relevante sobre un tema (Xiao y Watson, 2019).

En este estudio se revisan fuentes secundarias desde un protocolo de búsqueda, selección y análisis documental, En términos de métricas de gasto público se analizan datos de 2020 y 2021 que son las últimas cifras reportadas en los repositorios estadísticos del tema, Se analizan la web de Scimago Journal & Country Rank (SJR), que recopila los datos cuantitativos de producción académica y científica a nivel mundial soportada por Scopus, la información de producción académica corresponde a datos de 2023 y se comparan los países estudiados con los más representativos del nivel mundial. En torno a la producción de patentes se abordan estadísticas de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) que esta avalada por la Unesco. En la tabla 1, se describen las fuentes de consulta empleadas en la investigación.

Políticas públicas

Páginas web de los ministerios de ciencia y tecnología estudiados

Planes estratégicos de ciencia y tecnología de los países estudiados

Informes gubernamentales

Inversión en ciencia y tecnología

Datos estadísticos UNESCO - OECD Main Science and Technology Indicators

Informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

Banco Mundial (BM)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

Producción científica y de patentes

Scimago Journal & Country Rank (SJR)

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)

Nota: Elaboración propia basada en los portales de búsqueda empleados para cada variable estudiada.

Tabla 1

Fuentes consultadas

LAS POLÍTICAS QUE IMPULSAN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

En términos de políticas públicas orientadas al desarrollo de la investigación y la innovación, se destacan iniciativas de subvenciones públicas para investigación, intercambio de información y gobernanza de las partes interesadas. Las subvenciones financieras directas se otorgan generalmente a institutos públicos de investigación, proyectos y subvenciones corporativas de I+D e innovación. El apoyo financiero indirecto se orienta a exenciones fiscales para las empresas que invierten en I+D e innovación, garantías de deuda y sistemas de riesgo compartido para las personas jurídicas que realizan I+D. También puede traducirse en servicios de información, supervisión técnica y servicios de consultoría para apoyar la investigación y la innovación.

En términos de intercambio de información e investigación colaborativa se destacan apoyos para investigación desarrollo e innovación empresarial (I+D+i) o subvenciones destinadas a asociaciones público-privadas. En lo que refiere a la gobernanza de ciencia y tecnología pueden existir agencias de coordinación horizontal que permiten crear o reformar estructuras de gobernanza o instituciones públicas, estrategias, agendas y planes nacionales y hacerles seguimiento (Yun, 2023)

En América latina se adaptan muchas de estas estrategias, en la Tabla 1 se presenta información oficial de los órganos de ejecución de política de Ciencia y Tecnología de algunos países de la región como Brasil, Chile, Argentina, México y Colombia, identificando áreas prioritarias, focos de investigación en cada país y lineamientos estratégicos de sus políticas públicas.

País	Brasil	Chile	Argentina	México	Colombia
Órgano de ejecución de política de Ciencia y tecnología	Ministerio de estado de Ciencia, Tecnología e innovación (MCTI)	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT)	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS)
Sectores estratégicos seleccionados	Aeroespacial y Defensa, Agua, Alimentos, Biomas y Bioeconomía, Ciencias y Tecnologías Sociales, Clima, Economía y Sociedad Digital, Energía, Minerales Estratégicos, Nuclear, Salud Tecnologías Convergentes y Habilitantes	Propósitos nacionales no sectoriales: impacto del cambio climático, desastres naturales, sostenibilidad del recurso hídrico, impacto del envejecimiento poblacional y las migraciones, y la cuarta revolución industrial	Agroindustria, Ambiente y desarrollo sustentable, Desarrollo social, Energía, Industria, Salud	Salud; Agua; Educación; Cultura; Vivienda; Soberanía alimentaria; Agentes tóxicos y procesos contaminantes; Seguridad humana; Sistemas socio-ecológicos, y Energía y cambio climático, incluida la transición energética.	Biodiversidad, bienes y servicios ecosistémicos, soberanía alimentaria y el derecho a la alimentación, energías sostenibles, seguridad sanitaria, la salud y el bienestar de la población, paz, convergencia regional y el ordenamiento territorial
Lineamientos de política pública y/o ejes estratégicos	(i) Ampliación, consolidación e integración del Sistema Nacional de CTI, (ii) Promoción de la investigación científica y tecnológica básica, (iii) Modernización y ampliación de la infraestructura de CTI, (iv) Ampliación del financiamiento para el desarrollo de CTI, (v) Formación, atracción y retención de recursos humanos, (vi) Promoción de la innovación tecnología en las empresas	(i) Vinculación con la sociedad para fortalecer la apropiación social de la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación (CTCI), (ii) Futuro: identificación y construcción de nuevas y diversas formas de valor, ancladas a los desafíos del país. (iii) Fortalecimiento del ecosistema de CTCI abriendo rutas para la creación de valor (iv) Capacidades Institucionales Apropriadadas para que fortalezca el ecosistema de (CTCI)	(i) Aprovechamiento pleno de las capacidades científicas nacionales. (ii) Impulso a la cultura emprendedora y la innovación productiva, inclusiva y sustentable. (iii) Mejoramiento de la calidad de vida de la población. (iv) Fomento de la competitividad de la economía.	(i) Fortalecimiento y consolidación de la comunidad; (ii) impulso a la investigación de frontera y la ciencia básica en todos los campos del conocimiento; (iii) incidencia y atención de problemáticas nacionales; (iv) desarrollo de tecnologías estratégicas de vanguardia e innovación abierta para la transformación social, y (v) acceso universal al conocimiento y sus beneficios sociales	(i) Fomentar el talento y el empleo en CTI; (ii) mejorar la generación de conocimiento; (iii) aumentar la adopción y la transferencia de tecnología; (iv) incrementar la apropiación social del conocimiento; (v) aumentar el uso de las potencialidades regionales, sociales, e internacionales; (vi) mejorar la dinamización del Sistema Nacional de CTI (SNCTI), (v) incrementar y optimizar la financiación en CTI.

Nota: Elaboración propia con datos tomados de portales gubernamentales de ciencia y tecnología de los países estudiados

Tabla 2

Lineamientos de política pública en América Latina.

Cada país ha establecido sus prioridades en sectores estratégicos de acuerdo con sus necesidades de desarrollo científico y sus objetivos productivos, sin embargo, los lineamientos de política pública enfatizan en la promoción de la innovación, el fortalecimiento del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) como pilares fundamentales para impulsar la competitividad económica. Las políticas estudiadas coinciden en reconocer la importancia de vincular la ciencia y la tecnología con la sociedad, promoviendo la apropiación social del conocimiento y abordando desafíos sociales y ambientales, también se concuerda en estrategias orientadas a el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas nacionales, así como la colaboración internacional en investigación y desarrollo potenciando la cooperación entre diferentes países y actores.

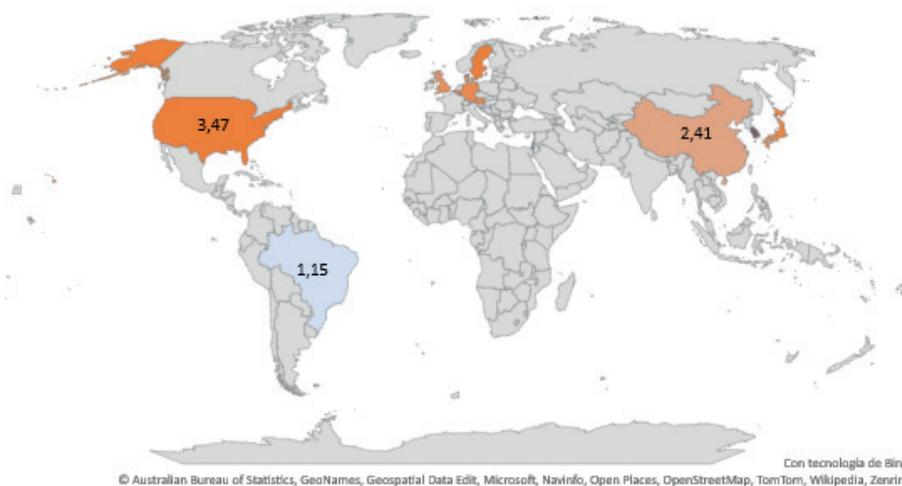
En términos de políticas públicas es evidente la ausencia de lineamientos regionales, que imponen que se piense en una agenda regional que aborde la ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo productivo sostenible e inclusivo. Es crucial aumentar la participación empresarial en el financiamiento de actividades de I+D, dado que si bien es el estado dedica gasto público a estas actividades, no existe suficiente apalancamiento privado. Además, la heterogeneidad productiva de las empresas y las dificultades para transferir conocimiento y tecnología a unidades empresariales de menor tamaño representa uno de los grandes desafíos. Para la región, es esencial mejorar la articulación entre actores públicos y privados a nivel nacional y el territorial, involucrando a la sociedad civil como un actor importante en este proceso. si bien es cierto los ecosistemas de ciencia y tecnología estudiados han alcanzado estatus ministerial esta institucionalidad no ha generado aumentos significativos de las partidas presupuestales (Cepal, 2024)

LA INVERSIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA DE LAS NACIONES

Según los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), los países que más habían invertido en este rubro como porcentaje del PIB eran en su orden Israel (5.71%), Corea (4.80%), China (3.49%), como se aprecia en la figura 1. Es importante aclarar que al hablar en términos de absolutos se destacaron en su orden China (21.229,73 miles de millones de dólares), Estados Unidos (20.105,79 miles de millones de dólares), India (8.788,69 miles de millones de dólares), Japón (5.197,07 miles de millones de dólares), Alemania (4.448,72 miles de millones de dólares), PIB 2018 PPA constantes de 2017. (UNESCO ,2021).Es importante tener en cuenta que el gasto en I+D como porcentaje del PIB es una medida relativa, mientras que el gasto total en I+D refleja los recursos absolutos destinados a este fin.

Al revisar el panorama global se comprueba el rezago términos de gasto en investigación y desarrollo (I+D) de América Latina en referencia a otros países y regiones, pues Brasil es el único país de la región que invierte mas del 1% del PIB a este destino(UNESCO, n.d.).

Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) 2020



País	Porcentaje 2020
Israel	5,71
Corea	4,80
Suecia	3,49
Estados Unidos	3,47
Bélgica	3,40
Japón	3,27
Austria	3,20
Alemania	3,13
Dinamarca	2,97
Reino Unido	2,93
China	2,41
Brasil	1,15

Nota: Datos del Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) <https://uis.unesco.org/>

Figura 1

Porcentaje del gasto del PIB en investigación y desarrollo (2020)

China, ha aumentado considerablemente su inversión en ciencia y tecnología en las últimas décadas, convirtiéndose en uno de los principales inversores mundiales, este país cuenta con un sector industrial sofisticado, pero aún depende de importar ciertas tecnologías básicas como los semiconductores de países como Estados Unidos, por eso ha venido instaurando planes de promoción tecnológica para reducir la dependencia de proveedores de alta tecnología estadounidenses, promoviendo que las empresas locales amplíen su cuota de mercado en áreas como coches eléctricos, robótica, inteligencia artificial, tecnología agrícola, aeroespacial, nuevos materiales, biomedicina e infraestructuras, adicionalmente tiene como objetivo aumentar su gasto en I+D al 2.8% de su PIB para 2025 incrementando así su inversión relativa en ciencia y tecnología. (UNESCO Science Report the Race against Time for Smarter Development., 2021.)

En Estados Unidos, el sector empresarial es el mayor financiador de I+D seguido por el gobierno, la educación superior y las instituciones privadas sin fines de lucro. Este país es el líder mundial en servicios KTI (“Knowledge Transfer and Innovation”), que garantizan la transferencia de conocimiento e innovación al sector empresarial y la sociedad, fomentando la innovación, la competitividad y el desarrollo económico. Este país es junto con China, los mayores contribuyentes en la red global de publicaciones de investigaciones sobre inteligencia artificial (IA). El sistema de I+D de Estados Unidos depende en gran medida de científicos e ingenieros nacidos en el extranjero, especialmente a nivel de doctorado, pues las universidades americanas son destino para estudiantes internacionales especialmente los de posgrado en ciencias e ingeniería. La fuerza laboral de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) de EE. UU representa un 24% del total, pero personas nacidas en el extranjero constituyen el 19% de todos los trabajadores STEM y el 43% de los científicos e ingenieros con nivel de doctorado. (Deitz y Freyman, 2024)

El caso de Israel, es interesante, ya que ha realizado una transición exitosa de una economía subdesarrollada a una potencia de alta tecnología gracias a la innovación. Es el país más exitoso después de Estados Unidos en la creación de industrias de alta tecnología: agrícola y de biotecnología, ciberseguridad, espacio y defensa. Estas investigaciones se han potenciado gracias a las políticas de ciencia y tecnología que apoyan el emprendimiento y la financiación empresarial. Un acierto ha sido el desarrollo de la industria de capital de riesgo o venture capital que proporciona financiamiento a empresas emergentes o startups que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo y que tienen un alto potencial de crecimiento a cambio de una participación accionaria en el negocio. Además, el país ha realizado programas de incubadoras tecnológicas que han sido fundamentales para utilizar los procesos investigativos en innovaciones comerciales exitosas, otro factor que ha posicionado a Israel es su fuerza laboral altamente calificada y con excelentes recursos académicos (Wonglimpiyarat, 2016).

En lo que respecta a Corea, el gobierno ha enfatizado en la transferencia de tecnología de los institutos de investigación financiados por el gobierno a la producción

empresarial, el modelo paso de potenciar la investigación y desarrollo a ser productores de conocimiento innovador, lo que ha llevado a que posicionen sus desarrollos en tecnología de comunicaciones, robótica Avanzada, inteligencia artificial a nivel global.(Ko et al., 2021) (Han et al., 2021)

EL RETO LATENTE DE IMPULSAR LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

En América Latina, solo se destaca la inversión en ciencia y tecnología de Brasil que apenas es de 1.15% del PIB, (tabla 2) la región tiene una brecha en el posicionamiento de la ciencia y tecnología respecto a otros países, pues generalmente el financiamiento del gasto en I+D en la región proviene del Estado y dicho gasto es ejecutado principalmente por el sector académico, a diferencia de lo que ocurre en países más desarrollados, donde las empresas son las que financian y ejecutan el gasto, además dada las necesidades apremiantes de la región en términos sociales hacen que la implementación de acciones en esta materia no sea una prioridad para los gobiernos.(Cepal, 2024)

País	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	1,37	1,29	1,12	1,17	1,21	1,15
Argentina	0,62	0,56	0,56	0,49	0,48	0,54
México	0,43	0,39	0,33	0,31	0,28	0,30
Chile	0,38	0,37	0,36	0,37	0,34	0,33
Colombia	0,37	0,27	0,26	0,31	0,32	0,29
América Latina y el Caribe	0,76	0,73	0,65	0,65	0,65	0,62

Nota: Datos El Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) <https://uis.unesco.org/>

Tabla 3

Gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB

Brasil, que ha priorizado el desarrollo de innovación científica y tecnológica orientada al sector productivo al crear nuevas industrias, productos y servicios y generando empleo en sectores de alta tecnología, otro acierto ha sido ofrecer desde la investigación y su aplicación, soluciones a desafíos sociales, económicos y ambientales, en problemas específicos como la agricultura sostenible, la salud pública y la conservación del medio ambiente.

En Brasil los parques científicos han contribuido al desarrollo de ciencia y tecnología. (Silva et al., 2020), indican que estas entidades cuentan con apoyo financiero directo del gobierno, y se han ubicado estratégicamente en las regiones que contribuyen más al PIB del país, apoyando a nuevas empresas de base tecnológica de diferentes industrias como tecnología de la información, energía, biotecnología, salud, petróleo y gas natural, telecomunicaciones y agronegocios, permitiendo el flujo de conocimiento técnico entre profesionales universitarios a través de becas y con transferencias al sector real.

En el caso de Argentina, los gastos de Ciencia y tecnología se han destinado al sector académico, más que a al sector empresarial o productivo, sin embargo se permite la asociación entre empresas, entre empresas y centros de investigación, y entre actores públicos y privados para obtener financiación y generar procesos de innovación, dándose una transformación de instrumentos centrados en actores individuales, a aquellos que intentan desarrollar vínculos nuevos u obtener fuertes de financiación entre las diversos participantes.(Sarhou, 2018). Cabe anotar que Brasil y Argentina, tradicionalmente han tenido colaboraciones bilaterales e intrarregionales en áreas como la espacial, la nuclear, la industrial, la agropecuaria y la biotecnológica(López y Taborga, 2013)

En México, los gastos de este rubro se han enfocado a políticas de riesgo de inversión de manera directa y de manera indirecta con incentivos tributarios, también a fortalecer la modernización tecnológica e innovación en las empresas acercándolas a las comunidades y regiones. De otra parte, se busca integrar redes de colaboración para la creación de sistemas regionales de investigación científica e innovación priorizando las que han sido marginadas, también hay beneficios para asignación de becas y apoyos destinados a la formación de la comunidad científica y de conocimiento fomentando la inclusión y bienestar social (CONACYT, 2020)

En Chile, los proyectos de investigación científica y tecnológica se financian por fondos concursables, existe un incentivos tributarios, que están determinados en Ley de I+D, y permiten a las empresas descontar gastos en actividades de investigación y desarrollo, lo que proporciona a las empresas garantías de seguridad al participar en estas actividades, también se fomenta la colaboración publico privada. En los últimos años, Chile le ha aportado al incremento de la innovación en términos de adquisición de conocimiento interno para ello se cambió el proceso de evaluación para incluir no sólo los insumos necesarios para innovar (financiamiento de I+D) sino también el resultado del proceso en sí (mejorar el posicionamiento del investigador chileno en rankings internacionales y el desempeño exitoso en áreas de investigación específicas, permitiendo crear una fuerte estructura de incentivos lo que incrementó el número de investigadores sustancialmente, este modelo ha fortalecido mucho la innovación áreas específicas como la energía solar que es una de las apuestas productivas del país (Carbajo y Cabeza, 2022)

En Colombia, recientemente se creó el ministerio de ciencia, tecnología e innovación que ha fortalecido dos ejes en convocatorias organizadas por misiones y programas alineados con el Plan Nacional de Desarrollo; el primero es promover proyectos de orden regional que respondan a las necesidades de cada territorio, el segundo son macroproyectos estratégicos nacionales que permitan aumentar la productividad de la economía nacional, popular y el desarrollo empresarial (MinCTel, 2023)

En general la inversión en ciencia y tecnología en la región es baja comparada con la de otros países o la de otras áreas, si bien es cierto se hacen esfuerzos por fomentar la producción científica, los desarrollos tecnológicos y de innovación son evidentes las

asimetrías entre los países lo que hace que no se consideren prioritarias estas inversiones en muchos de ellos. Los organismos multilaterales promueven direccionamientos de política pública que pueden estar bien formuladas, pero cuentan con dificultades a la hora de su ejecución y los resultados no suelen ser del impacto científico y académico que se espera. Otro factor que destaca es la incipiente la colaboración e inversión del sector productivo en áreas de investigación y redes académicas lo que es común en países desarrollados. Las inversiones en talento humano terminan en fuga de cerebros pues no hay oportunidades para que los investigadores puedan participar en iniciativas de largo plazo, también es importante destacar que en el sistema educativo no se han desarrollado suficientemente las áreas de investigación e innovación aplicadas lo que hace que la inversión además de ser escasa no tenga la efectividad y retorno en el desarrollo económico de la región.

EL DESPERTAR DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN UNA REGIÓN EN ASCENSO

Como es de esperarse ante una inversión escasa los resultados de producción científica no son los mejores, al analizar los datos de SCImago Journal & Country Rank que es un portal abierto de indicadores científicos desarrollados a partir de la información contenida en la base de datos Scopus (Elsevier), encontramos que en la región se están realizando avances que pueden dar cuenta de un panorama de relativo positivismo, en la tabla 4, se expone el Rank de países más destacados en términos de documentos científicos, documentos citados, citas externas, auto citas, porcentaje de colaboración en las publicaciones y porcentaje de open Access, además de las áreas más representativas en términos de publicaciones para 2023.

De los 243 países, los de mayor productividad académica son en su orden: China, Estados Unidos, India, Inglaterra, Alemania, otros países a los que se ha hecho referencia en esta investigación son Korea que ocupa el puesto 13 o Israel que está en el puesto 38. En la región se destaca Brasil en el puesto 14, los demás países como México está en la posición 33, Chile en el puesto 45, Colombia en el lugar número 50 y Argentina en el lugar 5 (tabla 4).

En términos absolutos de número de documentos a nivel global se destacan: China y Estados Unidos, en América Latina por supuesto Brasil, pero en términos de documentos citados los países latinoamericanos cuentan con un elevado porcentaje de citación es decir han recibido al menos una cita en la ventana de citación que suele ser de 3 años, en esta métrica se destacan: Brasil, Chile, Colombia, México, Argentina superando a países desarrollados implicando visibilidad de la producción científica de la región como referencia para otros investigadores. (Tabla 4)

Respecto a citas que hace referencia al número total de veces que los trabajos han sido referenciados en otras publicaciones se destacan las citas externas en su orden Colombia, Chile, Argentina, México y Brasil, indicando el impacto y diseminación que ha

tenido la producción científica, ya que, a mayor número de citas recibidas, mayor es la influencia que han tenido esos trabajos en la comunidad científica global. (Tabla 4)

Una de las métricas más importantes, es el porcentaje de colaboración internacional donde Chile lleva la delantera, seguido de Colombia, Argentina, México y Brasil, En el caso de Chile, tiene 64,26% de colaboración internacional, significa que el 64,26% de sus publicaciones científicas contaron con co-autores afiliados a instituciones fuera de ese país, demostrando que se facilita el intercambio de conocimientos, se combinan recursos y perspectivas investigativas, se genera impacto y visibilidad y se promueve el trabajo en red y la movilidad de investigadores (Tabla 4)

Rank (1-243)	País	Documentos	Documentos Citados	% Documentos Citados	% documentos no citados	Citaciones	Citas externas	Autocitas	% de colaboracion inter.	% Open Access	Documentos por area
1	China	1.043.131	1.018.423	98,15%	1,85%	1.094.503	40,70%	59,30%	18,80%	42,23%	(i) Ingeniería, (ii) Medicina (iii) Ciencia de Materiales (iv) Física y astronomía
2	Estados Unidos	714.412	609.674	87,05%	12,95%	654.637	59,03%	40,97%	37,89%	49,81%	(i) Medicina (ii) Ciencias Sociales (iii) Bioquímica, Genética y Biología Molecular (iv) Ingeniería
3	India	306.647	269.183	90,93%	9,07%	252.299	65,19%	34,81%	23,71%	30,97%	(i) Ingeniería (ii) Medicina (iii) Ciencias de la computación (iv) Física y astronomía
4	United Kingdom	238.568	201.255	83,37%	16,63%	272.435	79,52%	20,48%	61,97%	68,34%	(i) Medicina (ii) Ciencias Sociales (iii) Ingeniería (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular
5	Alemania	202.397	179.861	91,14%	8,86%	202.876	78,07%	21,93%	53,26%	64,30%	(i) Medicina (ii) Ingeniería (iii) Física y astronomía (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular
13	South Korea	101.414	97.487	96,78%	3,22%	103.479	83,03%	16,97%	34,32%	53,38%	(i) Medicina (ii) Ingeniería (iii) Física y astronomía (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular
14	Brazil	88.827	82.091	94,16%	5,84%	61.621	70,39%	29,61%	37,94%	55,31%	(i) Medicina (ii) Agricultura y ciencias biológicas (iii) Bioquímica, Genética y Biología Molecular (iv) Ingeniería
33	Mexico	32.170	29.088	92,93%	7,07%	22.651	82,13%	17,87%	42,32%	58,78%	(i) Medicina (ii) Agricultura y ciencias biológicas (iii) Ingeniería (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular
38	Israel	26.795	24.187	90,51%	9,49%	27.750	88,79%	11,21%	51,33%	57,81%	(i) Medicina (ii) Ciencias sociales (iii) Física y astronomía (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular
45	Chile	19.529	18.155	94,12%	5,88%	17.834	82,79%	17,21%	64,26%	65,56%	(i) Medicina (ii) Ciencias sociales (iii) Agricultura y ciencias biológicas (iv) Física y astronomía
50	Colombia	17.149	15.943	93,74%	6,26%	11.235	85,23%	14,77%	51,54%	67,08%	(i) Medicina (ii) Ciencias sociales (iii) Agricultura y ciencias biológicas (iv) Ingeniería
51	Argentina	16.562	15.029	92,92%	7,08%	12.423	82,60%	17,40%	50,57%	57,20%	(i) Medicina (ii) Agricultura y ciencias biológicas (iii) Ciencias sociales (iv) Bioquímica, Genética y Biología Molecular

Nota: Elaboración propia Datos Shimago Journal & Country Rank

Tabla 4: Producción científica 2023

En términos de porcentaje de open Access, el mayor es de Colombia, seguido de Chile, México, Argentina y Brasil, las publicaciones de acceso abierto que se encuentran disponibles de forma gratuita en internet, pueden ser leídas por cualquier persona, permitiendo una amplia difusión de los resultados de investigación y facilitando la difusión y aprovechamiento del conocimiento, dando visibilidad y democratización a la producción científica al reducir las barreras económicas y permitir una mayor apertura científica en el país (Tabla 4)

En área temática se tomaron las más representativas en los países analizados así: Brasil, México, Chile, Colombia y Argentina registran publicaciones en Medicina y Agricultura y ciencias Bológicas, en ciencias sociales; Chile y Argentina, en Bioquímica, Genética y Biología Molecular Brasil y Argentina. En ingeniería Brasil, México y Colombia. Chile es el único país de la región que cuenta con publicaciones en Física y Astronomía. Este resultado explica las fortalezas investigativas y se relaciona con las áreas más productivas en estas economías.

El panorama de resultados de producción científica es más alentador, para (López y Taborga, 2013), en la región se destacan las publicaciones en coautoría internacional, los programas de cooperación internacional, la movilidad de científicos a través de las fronteras y las prácticas internacionales de los laboratorios y equipos de investigación, esta colaboración también contribuye a la generación de flujos migratorios de personal científico desde los países de América Latina hacia Estados Unidos y Europa. Para generar desarrollos en la frontera de la ciencia internacional y alcanzar una masa crítica de recursos a nivel iberoamericano se requiere de colaboración internacional (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2023)

EL PANORAMA DE LAS PATENTES EN AMÉRICA LATINA

Las patentes son una forma en que los gobiernos apoyan la invención al proporcionar mecanismos legales para la protección de la propiedad intelectual. Los documentos de patente proporcionan información detallada que se utiliza ampliamente para comprender la actividad de invención. (Deitz y Freyman, 2024)

En este sentido los gobiernos protegen las invenciones y brindan un derecho exclusivo que se concede sobre una invención, ya sea un producto o un proceso que aporta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema, el sistema garantiza que, a cambio de unos derechos exclusivos, la sociedad se beneficie al tener acceso público a la información técnica contenida en la misma, fomentando la innovación y el avance tecnológico.

País	Patente	Patentes Otorgadas	Tasa de Dependencia	Coficiente de invención
Brasil				
de residentes	7288	3259		
de no residentes	19633	24370	2,6939	3,4185
Total	26921	27629		
México				
de residentes	1117	618		
de no residentes	15044	9751	13,4682	0,8661
Total	16161	10369		
Argentina				
de residentes	406	281		
de no residentes	3263	2017	8,0369	0,8863
Total	3669	2298		
Chile				
de residentes	399	253		
de no residentes	2683	2126	6,7243	2,0274
Total	3082	2379		
Colombia				
de residentes	369	244		
de no residentes	1752	831	4,748	0,7326
Total	2121	1075		

Nota: los datos se obtienen de Red iberoamericana de indicadores de ciencia y tecnología <https://www.riicyt.org/category/indicadores/>, la data de Colombia corresponde a 2020.

Tabla 5: Patentes en América Latina 2021

Acorde al número de patentes solicitadas y otorgadas se encuentran en su orden Brasil, México, Argentina, Chile y Colombia, es de anotar que en las métricas de Brasil se registran más patentes otorgadas que las solicitadas, por solicitudes acumuladas de años anteriores o cambios regulatorios que reflejan rezagos temporales entre las fechas de solicitud y otorgamiento. (Tabla 5)

Respecto a la tasa de dependencia, que se define como la relación entre el número de patentes solicitadas por no residentes y el número de patentes solicitadas por residentes en el país que la otorga. Son en su orden: México que tiene un valor mayor (13,46) seguido por Argentina (8,03), Chile (6,72), Colombia (4,74) y Brasil (2,69). este indicador presenta mayor valor a medida que es mayor el grado de dependencia del país en lo que a innovación tecnológica se refiere.

Respecto al coeficiente de invención, que relaciona las patentes solicitadas por residentes y la población del país, se destacan Brasil (3,41) y Chile (2,02), mientras que México (0,86) y Argentina tiene un valor similar (0,88), Colombia es quien presenta una menor cifra (0,73). (Tabla 5)

Las patentes contribuyen al desarrollo económico de un país, al incentivar la innovación y brindar una protección legal sobre la misma, permiten canales de transferencia tecnológica al difundir el conocimiento, atraen inversión extranjera pues las empresas buscan proteger sus innovaciones en los mercados donde operan, promueven la competitividad mediante ventajas tecnológicas y de mercado sobre los competidores, generan ingresos y empleos calificados, contribuyendo también al desarrollo de nuevos sectores económicos y la diversificación económica. En la región se requiere fortalecer el sistema de protección de la propiedad intelectual para así facilitar la transferencia de tecnología.

En la región, el desarrollo de patentes es limitado en comparación con otros países que presentan dinámicas de innovación más significativas, como Estados Unidos que lidera la producción de patentes a nivel mundial basado en la inversión de capital riesgo, cuyos beneficios se han traducido en una cuota de mercado considerable de las empresas o industrias participantes. En Asia, la mano de obra es barata e impacta la cadena productiva, lo mismo ocurre en América Latina con los recursos naturales, en este orden de ideas. la biotecnología, la nanotecnología, así como las áreas interdisciplinarias como la bioelectrónica y la creación de nuevos materiales pueden posicionar la región en áreas tecnológicas (Barragán-Ocaña et al., 2019)

Según el estudio de (Qureshi et al., 2021), una mayor inversión en I+D en las empresas latinoamericanas no conduce a una mayor propensión a innovar, dado que las empresas de estos países están lejos de la frontera tecnológica, los incentivos para invertir en I+D son débiles o inexistentes, los costos de inversión son elevados y lleva tiempo darse cuenta de los efectos de dichas inversiones. Para generar mejores resultados se requiere de un entorno institucional sólido para absorber, adaptar la tecnología y así generar innovación, también puntualizan acerca de la necesidad de un sistema educativo sólido que produzca trabajadores altamente calificados que orienten estos desarrollos.

CONCLUSIONES

América Latina, enfrenta desafíos importantes en materia de investigación y producción de conocimiento, el principal, es la baja inversión en actividades de i+D, pues todos los países analizados exceptuando Brasil tienen una inversión menor del 1% del PIB. Mayor inversión de recursos permitirá impulsar de mejor manera el ecosistema de investigación al interior de cada país. Otro de los grandes desafíos, es el fomento de la inversión privada en los procesos de investigación básica que luego se convertirán en investigación aplicada y posteriormente en transferencia de conocimiento mediante patentes.

Respecto a políticas públicas, aunque se ha avanzado mucho en el tema, y su marco es frecuentemente direccionado y analizado por organismos multilaterales, se necesitan apuestas de largo plazo que permitan una adecuada coordinación y establecimiento de responsabilidades entre los actores del ecosistema para obtener resultados que terminen en innovaciones que generen valor al entorno científico, parece ser que la gran dificultad no es plantear la política sino ejecutarla adecuadamente.

La triada universidad, empresa, estado, ha generado grandes logros en otros países, enfocar la investigación de las instituciones de educación superior a la satisfacción de necesidades de las regiones siempre es un acierto, pero debe fortalecerse marco normativo claro y de la delimitación de los alcances de propuestas, la transferencia de conocimiento y la aplicación de la misma.

Otro factor a considerar es la importancia de los centros de investigación, este es un modelo que ha funcionado en Brasil y responde acertadamente a las necesidades de innovación de las empresas y las industrias, generando mayores capacidades de conocimiento, aunque se requiere de permanente inversión. El capital de riesgo en las innovaciones es una alternativa que ha funcionado en Israel, proveyendo a la economía local de los avances que se requieren.

Cualquiera de los retos antes descritos no puede darse si no se cuenta con equipos humanos fortalecidos en disciplinas de matemática, ingeniería, y tecnologías de punta que puedan transferir conocimiento de frontera, pero es bastante habitual la fuga de cerebros porque los científicos locales no encuentran oportunidades de crecimiento profesional, garantías de largo plazo en sus investigaciones y autonomía, que en ocasiones, se ve afectada por los gobiernos de turno.

En términos de producción académica son destacables los avances de Brasil y Chile que están realizando investigaciones en áreas de Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Física y Astronomía, agroindustria, energía renovable, ciencias ambientales y muchas áreas que se van destacando en términos de documentos citados, la cifra más alentadora tiene que ver con la participación y colaboración en red con pares de otras latitudes y las políticas de datos abiertos en las publicaciones que garantizan una democratización del conocimiento y los avances académicos, estos resultados obedecen a las dinámicas de colaboración de los investigadores que a políticas diseñadas para este fin.

Las oportunidades de la región vienen enmarcadas en el valioso capital humano de científicos e investigadores altamente calificados, que requieren de estímulos para ser retenidos, otra oportunidad que puede darse es la cooperación en programas regionales que no se ha explorado suficientemente y podría garantizar transferencia tecnológica, la cooperación y integración científica, tecnológica y académica que tanto se requiere en Latinoamérica.

El panorama, es alentador en términos de la conciencia que se va gestando en las comunidades universitarias, empresariales y sociales del papel que desempeñan la ciencia, tecnología e innovación en una economía, la importancia de contar con personal cualificado y la necesidad de investigar y comunicar lo investigado para beneficio de una sociedad que nunca ha podido superar sus problemas estructurales de pobreza y exclusión y que cuenta con la educación como herramienta para salir de los problemas que siempre nos han aquejado .

REFERENCIAS

- Barragán-Ocaña, A., Gómez-Viquez, H., Merritt, H., y Oliver-Espinoza, R. (2019). Promotion of technological development and determination of biotechnology trends in five selected Latin American countries: An analysis based on PCT patent applications. *Electronic Journal of Biotechnology*, 37, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2018.10.004>
- Carbajo, R., y Cabeza, L. F. (2022). Researchers' perspective within responsible implementation with socio-technical approaches. An example from solar energy research centre in Chile. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112132>
- Cepal. (2024). *Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo productivo sostenible e inclusivo*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- CONACYT. (2020). Programa institucional 2020-2024 del consejo nacional de ciencia y tecnología. <https://conahcyt.mx/conahcyt/programa-institucional-2020-2024/>
- Deitz, S., y Freyman, C. (2024). *The State of U.S. Science and Engineering 2024*. <https://incses.nsf.gov/pubs/nsb20243>
- Echeverría-King, L. F., Pinto, J., y Mosquera-Montoya, M. A. L. (2021). Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación: el caso de Colombia y Ecuador. *Revista CEA*, 7(14), e1672. <https://doi.org/10.22430/24223182.1672>
- Jose-Abrego, A., y Panduro, A. (2022). Building a culture of scientific integrity among the academic and research communities of Latin America. In *Annals of Hepatology* (Vol. 27, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.aohp.2021.100655>
- Ko, S., Kim, W., y Lee, K. (2021). Exploring the factors affecting technology transfer in government-funded research institutes: The Korean case. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/joitmc7040228>
- López, M. Paz., y Taborga, A. María. (2013). *Dimensiones internacionales de la ciencia y la tecnología en América Latina*.
- MinCTel. (2023). Plan de convocatorias públicas, abiertas y competitivas de la asignación para la ciencia, tecnología e innovación del sistema general de regalías 2023-2024. <https://minciencias.gov.co/plan-convocatorias-actei-2023-2024>
- OCDE. (2021). Perspectivas de la OCDE sobre Ciencia, Tecnología e Innovación 2021. OECD. <https://doi.org/10.1787/75f79015-en>
- Quintanilla-Montoya, A. L. (2008). La producción de conocimiento en América Latina. *Salud Colectiva*, 4(3). <https://doi.org/10.18294/sc.2008.344>
- Qureshi, I., Park, D., Crespi, G. A., y Benavente, J. M. (2021). Trends and determinants of innovation in Asia and the Pacific vs. Latin America and the Caribbean. *Journal of Policy Modeling*, 43(6), 1287–1309. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.06.008>
- Ramírez, T., & Salcedo, A. (2023). América Latina y la producción de artículos científicos: un crecimiento desigual y asimétrico. *Práxis Educativa*, 19(50). <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v19i50.12001>

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). (2023). El estado de la ciencia Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos. <https://www.ricyt.org/>

Sarthou, N. F. (2018). Los instrumentos de la Política en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Argentina reciente. *trilogía Ciencia Tecnología Sociedad. Tecnología Sociedad, 10(18)*, 97–116.

Silva, S. E., Venâncio, A., Silva, J. R., y Gonçalves, C. A. (2020). Open innovation in science parks: The role of public policies. *Technological Forecasting and Social Change, 151*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119844>

Tosto, V. (2023). Construcción de Conocimientos en América Latina. Ontologías del espacio regional. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias, 2(1)*. <https://doi.org/10.56294/sctconf202397>

UNESCO. (n.d.). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)*. S f. Retrieved April 23, 2024, from <http://data.uis.unesco.org/>

UNESCO. (2021). UNESCO science report the race against time for smarter development.

Wonglimpiyarat, J. (2016). Government policies towards Israel's high-tech powerhouse. *Technovation, 52–53*, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.001>

Xiao, Y., y Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. In *Journal of Planning Education and Research* (Vol. 39, Issue 1, pp. 93–112). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>

Yun, T. (2023). Review of science and technology innovation policies in major innovative-oriented countries in response to the COVID-19 pandemic. In *Biosafety and Health* (Vol. 5, Issue 1, pp. 8–13). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.bsheat.2022.12.001>