

Innovación para el desarrollo

La clave para una **recuperación transformadora**
en América Latina y el Caribe



NACIONES UNIDAS

CEPAL



**Tercera Reunión de la
Conferencia de Ciencia, Innovación
y Tecnologías de la Información
y las Comunicaciones de la
Comisión Económica para
América Latina y el Caribe**

Reunión virtual, 13 a 15 de diciembre de 2021

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

Innovación para el desarrollo

La clave para una **recuperación transformadora**
en América Latina y el Caribe



NACIONES UNIDAS

CEPAL



**Tercera Reunión de la
Conferencia de Ciencia, Innovación
y Tecnologías de la Información
y las Comunicaciones de la
Comisión Económica para
América Latina y el Caribe**

Reunión virtual, 13 a 15 de diciembre de 2021

Alicia Bárcena
Secretaría Ejecutiva

Mario Cimoli
Secretario Ejecutivo Adjunto

Raúl García-Buchaca
Secretario Ejecutivo Adjunto
para Administración y Análisis de Programas

Alberto Arenas de Mesa
Director de la División de Desarrollo Social

Sally Shaw
Directora de la División de Documentos y Publicaciones

Este documento fue coordinado por Álvaro Calderón, Jefe de la Unidad de Innovación y Nuevas Tecnologías de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), quien contó con la colaboración de Sebastián Rovira, Nicolo Gligo, Valeria Jordán, Alejandro Patiño y Laura Poveda, funcionarios de la misma División.

Esta publicación y la organización de la Tercera Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe contaron con el apoyo del programa de cooperación técnica Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe, de la CEPAL y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Los límites y los nombres que figuran en los mapas incluidos en este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/CCITIC.3/3/-*
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2022
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00805

Esta publicación debe citarse como: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Innovación para el desarrollo: la clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe* (LC/CCITIC.3/3/-*), Santiago, 2022.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Prólogo.....	7
Mensajes principales.....	11
Capítulo I	
Un panorama estilizado de la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina y el Caribe	17
A. Situación regional a partir de los indicadores básicos.....	19
1. Escaso gasto en I+D.....	19
2. Ha habido escasos cambios estructurales en la composición del financiamiento y la ejecución del gasto	20
3. La investigación básica predomina en la región	23
4. Aumento del capital humano dedicado a la ciencia, la tecnología y la innovación	24
5. Los criterios de desempeño condicionan la producción científica.....	25
6. Los no residentes dominan las solicitudes de patentes en la región	27
B. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación	28
1. A pesar de los avances, la institucionalidad muestra debilidades	29
2. Los subsidios concursables son los instrumentos predominantes	29
C. Renovación del rol estratégico de la ciencia, la tecnología y la innovación	31
Bibliografía	34
Capítulo II	
Ciencia e innovación para dinamizar la industria de la salud en América Latina y el Caribe	35
A. La industria de la salud a nivel mundial y regional	37
1. Industria farmacéutica.....	37
2. Dispositivos médicos.....	39
B. Ciencia, tecnología e innovación en la industria de la salud regional.....	40
1. El sistema de innovación en la salud: marco conceptual	40
2. Desempeño del subsistema de ciencia y tecnología de la salud en América Latina y el Caribe	41
C. Políticas de ciencia, tecnología e innovación	44
1. Apoyo a la investigación básica y la infraestructura científica-tecnológica	44
2. Laboratorios nacionales	44
3. Incentivos financieros a la innovación empresarial: subsidios y créditos tributarios.....	45
4. Apoyo al emprendimiento innovador	45
D. Ciencia, tecnología e innovación ante el desafío del COVID-19.....	46
1. Asesoría científica en el diseño de políticas y en la comunicación con la población	46
2. Convocatorias de iniciativas de innovación y emprendimiento para enfrentar la pandemia	47
3. Desarrollo acelerado de dispositivos y servicios críticos para cerrar brechas de abastecimiento.....	47
4. Fortalecimiento de redes de laboratorios para procesamiento de pruebas de diagnóstico	47
5. Realización de ensayos clínicos de vacunas contra el COVID-19	48
6. Desarrollo y producción de vacunas.....	48
E. Recomendaciones de política de ciencia, tecnología e innovación para fortalecer las industrias de la salud	49
Bibliografía	50
Capítulo III	
Tecnologías digitales para el desarrollo.....	51
A. América Latina y el Caribe frente a la transformación digital	54
1. La brecha de conectividad externa: la aún distante frontera tecnológica.....	54
2. La brecha de conectividad interna: persisten grandes heterogeneidades estructurales.....	58
B. Respuestas innovadoras en materia digital frente a la pandemia	60
1. Nuevas opciones para la educación a distancia	60
2. Renovación de la relación entre trabajo y presencialidad.....	65

3.	El <i>boom</i> del comercio electrónico.....	66
4.	Digitalización de la industria.....	69
5.	Habilidades digitales y empleo del futuro	72
C.	Líneas de acción estratégicas para una transformación digital inclusiva	75
1.	Construir una sociedad digital inclusiva.....	76
2.	Impulsar una transformación digital del sector productivo	76
3.	Promover la confianza y la seguridad digitales	77
4.	Promover mercados digitales justos y competitivos.....	77
5.	Fortalecer la cooperación digital regional.....	77
	Bibliografía	78
Capítulo IV		
	Tecnología e innovación para una producción más sostenible	79
A.	La necesidad de avanzar hacia un consumo más sostenible	81
B.	Más allá del consumo: la relevancia de una producción más sostenible.....	83
1.	Intensidad carbónica de los procesos industriales.....	85
2.	Productividad medioambiental de los recursos: el caso del agua en los procesos industriales	86
C.	La ecoinnovación y el cambio tecnológico para impulsar una producción más sostenible.....	87
1.	Insumos y capacidades para la ecoinnovación.....	89
2.	Productos intermedios de la ecoinnovación	89
3.	Actividades de ecoinnovación y certificaciones ambientales en las empresas	90
D.	Políticas e instrumentos para impulsar la ecoinnovación y una producción más sostenible.....	94
	Bibliografía	96
Cuadros		
I.1	Solicitudes de patentes, 2010 y 2020	27
I.2	América Latina y el Caribe: principales instrumentos utilizados para promover la ciencia, la tecnología y la innovación.....	30
II.1	Patentes mundiales y de América Latina y el Caribe en áreas de la salud, 1980-2019	42
III.1	Indicadores de conectividad de la población, 2020	55
III.2	América Latina y el Caribe: iniciativas de aprendizaje a distancia frente a la pandemia, según diferentes soportes comunicacionales.....	63
IV.1	América Latina y el Caribe (8 países), España y Estados Unidos: gasto público en I+D con objetivos medioambientales (control y cuidado del medio ambiente) en relación con el PIB, último año disponible	89
IV.2	Patentes totales y ambientales por cada millón de habitantes	90
IV.3	América Latina y el Caribe y resto del mundo: difusión de certificaciones ISO 14001 por sector económico, 2017-2020	92
IV.4	Red Latinoamericana de Producción más Limpia	95
Gráficos		
I.1	América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D con relación al PIB, 2013-2019.....	20
I.2	América Latina y el Caribe (13 países): gasto en I+D como proporción del PIB, 2014-2019.....	21
I.3	América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D por sector de financiamiento, 2013-2019.....	21
I.4	América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D por sector de ejecución, 2013-2019.....	22
I.5	Países seleccionados: gasto en I+D por tipo de investigación, alrededor de 2018.....	23
I.6	América Latina y el Caribe (10 países): proporción de investigadores en la población económicamente activa, 2019.....	24
I.7	América Latina y el Caribe (13 países): investigadores según sexo, 2019.....	25
I.8	América Latina y el Caribe (15 países): publicaciones en Scopus por cada 100.000 habitantes, 2015-2019.....	26
I.9	El Caribe (14 países): participación de publicaciones con coautores extranjeros, 2017-2019.....	26
I.10	América Latina y el Caribe (6 países): patentes solicitadas, 2015-2019.....	28
I.11	América Latina y el Caribe (6 países): patentes solicitadas por residentes, 2015-2019.....	28
II.1	América Latina y el Caribe: comercio exterior de productos farmacéuticos, 2010-2020.....	38
II.2	América Latina y el Caribe: exportaciones de equipos y dispositivos médicos, 1995-2018.....	39

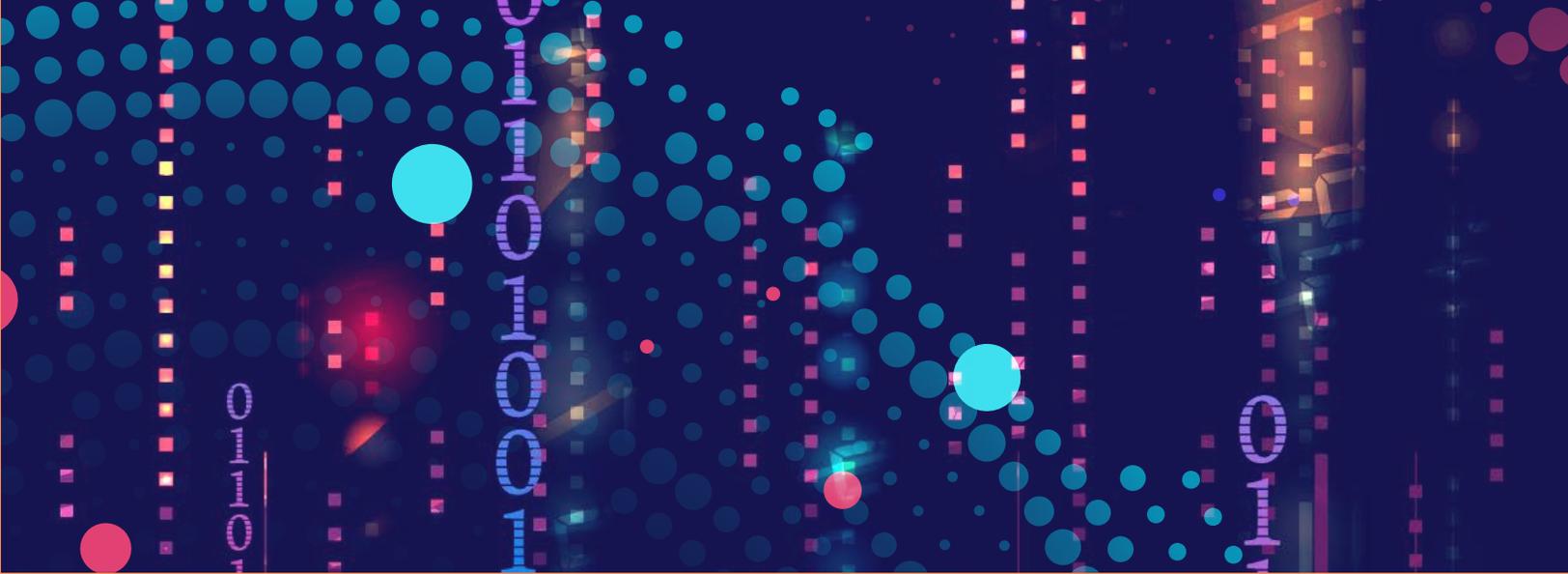
II.3	América Latina (7 países): publicaciones en MEDLINE, 2015-2019	42
III.1	Velocidades de descarga y requerimiento mínimo de Mbps según actividades realizadas en línea, usuarios o dispositivos conectados, julio de 2021	55
III.2	América Latina y el Caribe (19 países): penetración de Internet en la población y a nivel de hogares en países seleccionados, 2020	56
III.3	Conexiones móviles según tecnología, 2020	57
III.4	América Latina (12 países): hogares no conectados por quintil de ingreso, último año disponible	58
III.5	América Latina y el Caribe (15 países): brecha urbano-rural en hogares conectados por zona geográfica, último año disponible	59
III.6	Velocidad de acceso a Internet en empresas, según tamaño	59
III.7	América Latina (5 países): cambios en el nivel de actividad según sector entre el primer y segundo trimestre en función del tráfico en sitios web y aplicaciones, 2020	60
III.8	América Latina (13 países): niños en hogares no conectados por quintil de ingreso, 2019	61
III.9	Proporción de países que ofrecen alguna modalidad de educación a distancia al menos en un nivel educativo, según nivel de ingresos	62
III.10	Proporción de países que establecieron medidas para facilitar el aprendizaje remoto en línea según nivel de ingresos	63
III.11	Percentil mundial promedio en diferentes campos (negocios, tecnología y ciencia de datos)	64
III.12	Probabilidad de teletrabajar, PIB per cápita y nivel de informalidad, 2019	65
III.13	América Latina (4 países): nuevos sitios web empresariales por mes	66
III.14	América Latina (4 países): crecimiento interanual de sitios web empresariales por tipo en países seleccionados, 2019-2020	67
III.15	Chile, Colombia y México: nuevos sitios web empresariales según sector de actividad al mes, 2020	67
III.16	América Latina (18 países): cantidad de nuevos vendedores en MercadoLibre.com, 2019-2020	68
III.17	Variación del valor de la industria tecnológica digital en comparación con los sectores tradicionales, por segmento industrial, marzo de 2019 y marzo de 2021	69
III.18	América Latina y el Caribe: digitalización de los procesos productivos, 2018	71
III.19	América Latina y el Caribe: cantidad de empresas emergentes digitales y no digitales surgidas entre 2011 y 2021	72
III.20	América Latina y el Caribe: número de empresas emergentes digitales, por segmento industrial, fundadas entre 2011 y septiembre de 2021	72
III.21	América Latina: índice de digitalización e índice de capital humano, 2004-2018	73
III.22	América Latina: asimetría entre la oferta y la demanda en función de las habilidades digitales entre los países de la región	73
III.23	América Latina (12 países): puestos de trabajo susceptibles de ser sustituidos, método Frey y Osborne, versión original y ajustada	74
IV.1	Productividad material a nivel mundial y por regiones, 1970-2020	82
IV.2	América Latina y el Caribe, Europa y Estados Unidos: tendencias de consumo interno de materiales y PIB, 1970-2020	82
IV.3	América Latina y el Caribe y Estados Unidos: CO ₂ emitido por cada 1.000 millones de dólares de PIB manufacturero	85
IV.4	Intensidad del uso de agua	87
IV.5	Difusión de certificaciones ISO 14001 en las distintas regiones del mundo, por cada millón de habitantes, 2000-2020	91

Recuadros

II.1	Argentina: pionera en la producción biotecnológica por parte de empresas nacionales	43
IV.1	Resultados de la Encuesta de Innovación del Brasil	92

Diagramas

I.1	Indicadores de ciencia y tecnología	19
II.1	Sistema de innovación en salud	40
III.1	Dimensiones y elementos del desarrollo digital y sus efectos en la sociedad, el sector productivo y el Estado	54
III.2	Transformación digital de la cadena de producción	70
IV.1	Determinantes sobre la ecoinnovación y su relación con la producción y el consumo sostenibles	88
IV.2	Matriz de política para una industria más verde	95



Prólogo

En los años transcurridos desde la celebración de la Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, que tuvo lugar en San José en 2016, temas como el cambio climático y el calentamiento global, los problemas migratorios, la disrupción digital, el acceso a la salud y los medicamentos y la igualdad de género, entre muchos otros, han adquirido una mayor relevancia y se han posicionado con más fuerza en la agenda global. América Latina y el Caribe no ha estado ajena a estos temas, y se han elaborado agendas y estrategias para abordar muchos de ellos tanto a nivel nacional como regional, impulsando espacios de diálogo y cooperación intra- e interregionales.

Con todo, la realidad del mundo y de la región cambió en los primeros meses de 2020, cuando se instaló el más complejo telón de fondo de las últimas décadas. Casi dos años de pandemia han sido suficientes para desnudar algunos de los problemas estructurales de una región que se encuentra en proceso de transición hacia una nueva etapa del desarrollo. En América Latina y el Caribe es clave renovar los ámbitos de acción y cooperación para una recuperación transformadora que permita disminuir las desigualdades sociales y la heterogeneidad productiva, mejorar la competitividad y reducir la vulnerabilidad ambiental a la que se enfrentan muchos ciudadanos.

La caída de los niveles de ingreso, el cierre de un número importante de empresas, el aumento de los niveles de pobreza y de la vulnerabilidad social, la mayor exposición a los efectos del cambio climático y el acceso desigual a determinados bienes y servicios de primera necesidad han puesto de manifiesto la urgencia de fortalecer el rol del Estado y las políticas públicas en todos los ámbitos del desarrollo: económico, productivo, social, ambiental e institucional. La pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) ha tenido un impacto económico y social sin precedentes en América Latina y el Caribe. En 2020, el PIB cayó un 6,8%, el valor de las exportaciones disminuyó un 13% y más de 2,7 millones de empresas cerraron, lo que tuvo un impacto considerable sobre el empleo. La expresión más evidente de estas dinámicas ha sido el aumento de los niveles de desigualdad y pobreza. Se estima que el número de personas en situación de pobreza creció más de 22 millones, hasta alcanzar los 209 millones de personas (el 33,7% del total de la población de América Latina y el Caribe), mientras que el índice de Gini registró un incremento del 2,9%, y los más afectados fueron las mujeres y los niños.

La crisis del COVID-19 nos ha dejado también algunas enseñanzas, y una de ellas es la importancia de la ciencia, las tecnologías y la innovación para el desarrollo, no solo a la hora de responder a las necesidades coyunturales derivadas de la pandemia, sino también para atender a demandas más estructurales, relacionadas con la mejora de la productividad y el aumento del valor agregado; la creación de nuevos y mejores puestos de trabajo; el acceso a bienes y servicios básicos como la salud y la educación, y cambios en los patrones de consumo y producción hacia procesos más sostenibles, entre muchas otras transformaciones que, en definitiva, permiten avanzar hacia sociedades más inclusivas y sostenibles.

Así, el presente documento, preparado para la Tercera Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, busca contribuir al debate y a la acción para el desarrollo y a un mayor despliegue de la ciencia, las tecnologías y la innovación en la región para avanzar hacia la autonomía sanitaria, la inclusión digital y el desarrollo de soluciones para un consumo y producción más sostenibles. Todos estos elementos pueden contribuir a una recuperación transformadora que trace un nuevo sendero hacia un desarrollo más inclusivo y sostenible para la región, en línea con el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

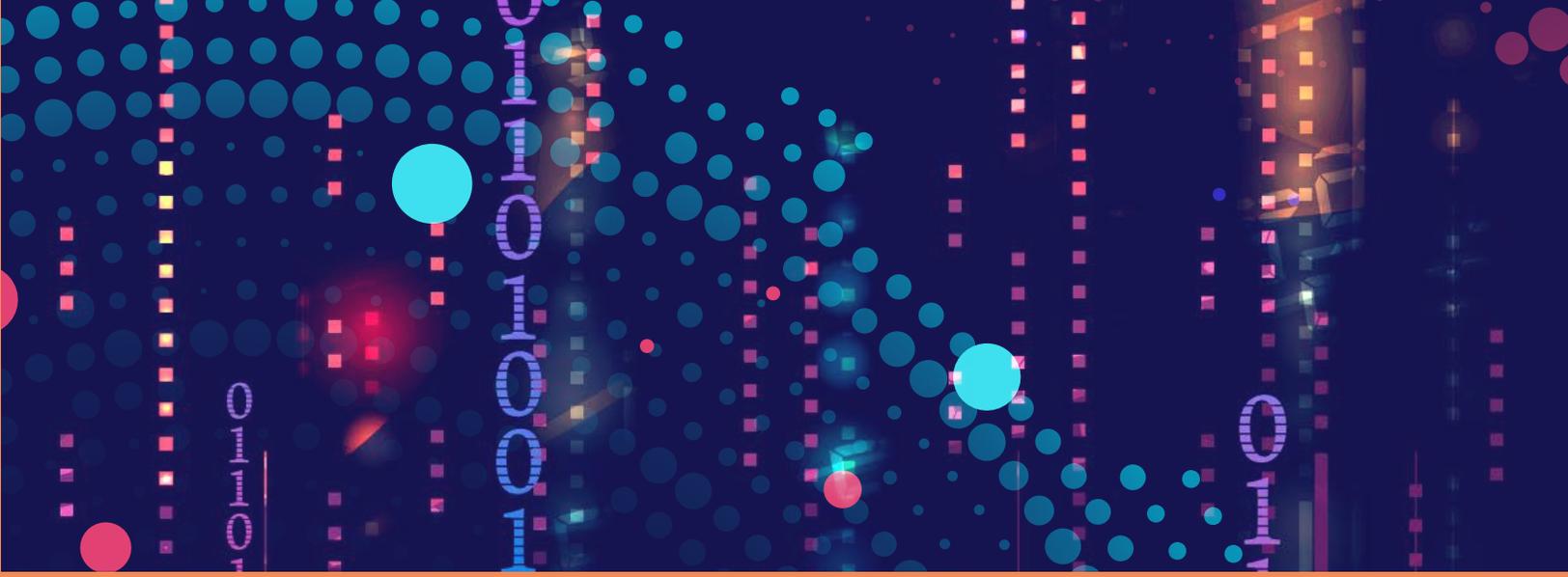
Sin pretender ser un análisis completamente exhaustivo de la realidad regional en materia de ciencia, innovación y nuevas tecnologías, el documento se basa en algunos de los indicadores tradicionales para dar cuenta del estado actual de la ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe, así como de la evolución reciente de la institucionalidad, las políticas y los instrumentos de apoyo conexos (capítulo I). Además, la pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la relevancia de los sistemas de salud y de las capacidades científicas y tecnológicas para responder a las demandas de la población y convertirse en verdaderos motores

del cambio tecnológico y productivo de los países en desarrollo (capítulo II). El protagonismo de las tecnologías digitales es indudable; la revolución digital, que combina la adopción y la integración de tecnologías digitales avanzadas como las redes móviles de quinta generación (5G), la Internet de las cosas, la computación en la nube, la inteligencia artificial, el análisis de los macrodatos y la robótica, está transformando la economía y la sociedad de manera acelerada en virtud de su potencial para, entre otros, aumentar el bienestar de las personas, transformar la productividad de las empresas y mejorar la eficiencia y la eficacia del Estado (capítulo III). Por otra parte, el vínculo del consumo y la producción sostenibles con las capacidades tecnológicas y de ecoinnovación es esencial para poder avanzar en la implementación de la Agenda 2030 y el cumplimiento de los ODS, sobre todo en el caso de los países que se encuentran en transición al desarrollo, como los de América Latina y el Caribe (capítulo IV). En los mensajes principales se examinan los principales desafíos que enfrenta la región en materia de ciencia, innovación y nuevas tecnologías, a la vez que se destaca el papel de los diferentes actores y su articulación para el fortalecimiento de espacios de cooperación.

Alicia Bárcena

Secretaria Ejecutiva

Comisión Económica para América Latina y el Caribe



Mensajes principales

La relevancia de la ciencia, la innovación y las nuevas tecnologías para el desarrollo de la economía y la sociedad es innegable: se han convertido en herramientas fundamentales para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales y el cuidado de la salud, y para la alimentación, la educación y otras necesidades sociales.

A pesar de ello, América Latina y el Caribe presenta un importante rezago en términos de recursos destinados a ciencia, tecnología e innovación. Si bien la institucionalidad pública de apoyo a estas áreas 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 aún no se expresan activamente en las políticas de desarrollo productivo y social, ni en los presupuestos de los países. De hecho, entre las prioridades nacionales, la ciencia básica —implementada esencialmente por universidades y centros de investigación— mantiene su predominio sobre la ciencia aplicada y el desarrollo experimental, liderados por el sector privado. Más aún, 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 a nivel regional.

En la actualidad, la orientación de los esfuerzos latinoamericanos y caribeños en materia de ciencia, tecnología e innovación no estarían suficientemente alineados con el fortalecimiento de capacidades y el abordaje de desafíos nacionales relevantes. De hecho, el amplio uso de fondos concursables, orientados por la demanda, se sustenta en el paradigma de que los agentes más adecuados para identificar áreas de trabajo, en el caso de la ciencia y la tecnología, son los investigadores, y las empresas cuando se trata de innovación. Esto ha tenido una serie de consecuencias, a saber: i) proyectos con escaso financiamiento, bajo impacto socioeconómico y limitada llegada al mercado; ii) gran dispersión de proyectos, lo que atenta contra la creación de capacidades intensivas en innovación; iii) priorización de proyectos de corto plazo, condicionados por los ciclos políticos, que no abordan áreas temáticas estratégicas, y iv) capacidades locales débiles para abordar los desafíos prioritarios.

En un mundo cada vez más complejo, la ciencia, la tecnología y la innovación no pueden verse como un componente aislado de otras materias de preocupación de los gobiernos y la sociedad en general. Por lo tanto, parte importante de los recursos destinados a estas materias deberían enfocarse en las áreas de conocimiento relacionadas con los principales desafíos que enfrentan los países. Frente a esta realidad, se ha acentuado la convicción del papel fundamental de las políticas públicas de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación. 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 la investigación, principalmente aplicada, que permita avanzar en la solución de desafíos específicos, aunque sin descuidar el desarrollo de capacidades científicas más generales que permitan ampliar las fronteras del conocimiento. Este enfoque requiere la articulación de diferentes actores —gobierno, sector académico, sector privado y sociedad civil— y nuevos arreglos institucionales de coordinación y fortalecimiento de capacidades de formulación y gestión de política.

Los desafíos impuestos por la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) han impulsado a varios países a adoptar estrategias más ambiciosas, integradas y con una perspectiva de largo plazo. La actual coyuntura ha puesto de manifiesto que estos procesos requieren una permanente revisión, no solo en lo referido a los temas abordados por investigadores e innovadores, sino también a la efectividad de los instrumentos disponibles y la necesidad de establecer otros nuevos.

En América Latina y el Caribe, por ejemplo, la pandemia ha llevado a reevaluar las opciones estratégicas asociadas al abastecimiento de medicamentos y dispositivos médicos. En esta línea, se ha identificado como una necesidad prioritaria el fortalecimiento de las capacidades nacionales y regionales de las industrias de la salud, lo que quedó claramente demostrado en la aprobación unánime de los *Lineamientos y propuestas para un plan de autosuficiencia sanitaria para América Latina y el Caribe*¹ por parte de los países de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC). Este es un planteamiento que requiere grandes esfuerzos

¹ Véase Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Lineamientos y propuestas para un plan de autosuficiencia sanitaria para América Latina y el Caribe* (LC/TS.2021/115), Santiago, 2021.

debido a características sectoriales como: i) la existencia de importantes brechas entre las capacidades locales y la frontera tecnológica en sectores donde la ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel central; ii) la necesidad de hacer esfuerzos consistentes en el largo plazo que permitan la acumulación de conocimiento científico, tecnológico y productivo; iii) la necesidad de alineamiento de múltiples actores e instituciones que interactúan con objetivos diversos, y iv) la existencia de importantes economías de escala en la producción.

A pesar de su complejidad, es posible crear las condiciones para fortalecer la industria de la salud a nivel nacional y regional. Entre las principales medidas destacan: i) incrementar el aporte público a las actividades de investigación y desarrollo; ii) aumentar la escala y los plazos de los proyectos a ejecutar; 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; v) mejorar los procesos de patentamiento, registro y aprobación de productos y procesos, y vi) monitorear las adquisiciones en el proceso de innovación de las industrias de la salud.

En este contexto, la cooperación regional es clave. Para ello es preciso implementar algunas de las siguientes medidas: i) elaborar programas de innovación orientados a resolver desafíos colectivos por parte de consorcios transnacionales regionales; ii) impulsar la 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 local 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.

Asimismo, la pandemia de COVID-19 ha acelerado y transversalizado la utilización de las tecnologías digitales. En este contexto, las políticas para impulsar y ordenar las actividades digitales han adquirido una renovada urgencia y relevancia. Las posibilidades de delinear nuevas trayectorias de desarrollo y avanzar hacia una recuperación transformadora dependerá, en buena medida, de lo que ocurra en el ámbito digital y de cómo se incorporen estos cambios en la economía y la sociedad.

La gobernanza del desarrollo digital tendría que abordar la actualización de marcos legales en ámbitos tan diversos como las telecomunicaciones, la competencia, el empleo, la fiscalidad y el comercio, así como el establecimiento de nueva normativa e institucionalidad en áreas como la ciberseguridad, la protección de datos personales, los flujos de datos, la ética y la inteligencia artificial, entre muchos otros. En este contexto, también es clave la priorización de las acciones, públicas y privadas, que fortalezcan y dinamicen los ecosistemas digitales de modo de entender y aprovechar las complejidades, los beneficios y los desafíos de las nuevas opciones tecnológicas que se masifican rápidamente: redes móviles de quinta generación (5G), la Internet de las cosas, la computación en la nube, la inteligencia artificial, el análisis de macrodatos y la robótica.

En esta misma línea, la dimensión transfronteriza de la economía digital, de sus actores y flujos asociados, supone seguir los avances y lineamientos internacionales en diversas áreas, considerando la realidad y perspectiva nacional. Por ello, la coordinación regional en diversos aspectos normativos y regulatorios, en materia de comercio, fiscalidad, flujos de datos, protección de datos y ciberseguridad comienza a adquirir una relevancia y una urgencia crecientes.

La gobernanza digital debería apuntar a forjar un Estado de bienestar impulsado por un modelo de producción competitivo y sustentable basado en las nuevas tecnologías. Para ello es preciso seguir avanzando en la creación de una sociedad digital inclusiva, la transformación digital del sector productivo, el fortalecimiento de la confianza y la seguridad digital (ciberseguridad), la consolidación de mercados digitales justos y competitivos y el establecimiento de mecanismos de cooperación regional en el ámbito digital. Con relación a esto último, es necesario avanzar hacia un marco institucional que facilite la discusión de políticas, normas y estándares, promover la articulación y convergencia entre los bloques subregionales e impulsar un mercado digital regional que permita establecer una estrategia colectiva para incrementar el comercio, expandir la economía digital y fortalecer la competitividad mediante la coherencia regulatoria, la integración de la infraestructura, el desarrollo de plataformas digitales, la facilidad de los flujos de datos transfronterizos

y las medidas de facilitación del comercio. En esta dirección destaca la Agenda Digital para América Latina y el Caribe (eLAC), que busca el desarrollo del ecosistema digital mediante un proceso de integración y cooperación regional, fortaleciendo las políticas digitales que impulsen el conocimiento, la inclusión y la equidad, la innovación y la sostenibilidad ambiental.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible plantean la urgencia de avanzar hacia nuevos modelos de crecimiento y desarrollo con patrones de consumo y producción más sostenibles e inclusivos. De hecho, la creciente conciencia sobre el cambio climático está motivando a las empresas a contar con estrategias de reducción del impacto ambiental, especialmente en respuesta a la demanda de los consumidores de productos y servicios que incorporen elementos de responsabilidad ambiental. Por otra parte, las comunidades locales también están ejerciendo presión para que se respeten los ecosistemas naturales en que operan algunas empresas. Estas tendencias, sumadas a regulaciones y normas ambientales más estrictas, están impulsando diversas estrategias a nivel empresarial e industrial.

De hecho, el foco de los esfuerzos y las estrategias de las industrias para lograr una producción sostenible se ha desplazado de las soluciones al final de proceso o ciclo de vida de los productos a contar con estrategias que buscan la prevención de un impacto no deseado mediante la modificación de productos o procesos de producción, y de la utilización de los insumos necesarios para la producción.

El cumplimiento de los objetivos de una producción sostenible supone un enfoque integrado en la formulación de políticas. Esto ha quedado claro en la intervención pública en materia de ciencia, tecnología e innovación, en que los instrumentos operativos han ido evolucionando de los fondos tecnológicos y sectoriales, los estímulos al capital de riesgo y las iniciativas de cooperación entre universidades y empresas, a las compras públicas sostenibles y los diferentes tipos de redes de colaboración. La dimensión ambiental incorpora a estas iniciativas un nuevo factor de complejidad. Ciertamente, para poder responder a estas demandas y avanzar hacia un modelo de crecimiento más verde es necesario definir un marco de acción integrado y transversal, además del trabajo conjunto y el diálogo entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil.

En América Latina y el Caribe se han adoptado iniciativas destinadas a avanzar en la producción y el consumo sostenibles, y se han puesto en marcha medidas orientadas a la incorporación de políticas de desarrollo y difusión tecnológica con una orientación medioambiental. Un número importante de estas iniciativas de difusión tecnológica y apoyo para la creación de capacidades se están llevando adelante en los centros y programas nacionales de producción limpia.

Por último, en un mundo en que las economías de escala y de alcance son cada vez más importantes para determinar las posibilidades de cerrar las brechas tecnológicas, es fundamental impulsar acciones de cooperación bilateral o multilateral para la generación, el desarrollo y la consolidación de capacidades científicas y tecnológicas y de procesos de innovación productiva y articulación institucional. Por lo tanto, la puesta en marcha de proyectos regionales es clave para identificar posibles áreas de interés para la cooperación en materia de ciencia, tecnología e innovación, que, a su vez, pueden generar importantes sinergias con otros espacios regionales de cooperación de la región o ser integradas en esos proyectos para fortalecer el desarrollo científico y tecnológico. Fortalecer el vínculo y el trabajo entre los países de una región con más de 650 millones de personas puede, no solo abrir nuevas oportunidades de negocios con importantes consecuencias en la generación de empleo de calidad, sino también constituir un semillero de nuevo conocimiento y promover el desarrollo de nuevas tecnologías y de una ciencia que responda a las necesidades y demandas de una sociedad que se encuentra en transición al desarrollo.



CAPÍTULO

I

Un panorama estilizado de la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina y el Caribe

- A. Situación regional a partir de los indicadores básicos
- B. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación
- C. Renovación del rol estratégico de la ciencia, la tecnología y la innovación

Bibliografía

En este capítulo se describe en forma muy resumida el estado actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina y el Caribe. Con ese fin, se revisan los indicadores tradicionales asociados a los sistemas de innovación. También se analiza la evolución reciente de la institucionalidad, las políticas y los instrumentos de apoyo conexos, para finalizar con el análisis de las condiciones que han inspirado estas políticas y la forma de avanzar hacia nuevos paradigmas en la región.

A. Situación regional a partir de los indicadores básicos

Si bien el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación es un fenómeno complejo en que interactúan diversos actores, movidos por intereses distintos y con diferentes espacios de implementación, no se cuenta con un indicador único que permita determinar las capacidades de los países, empresas, universidades y centros de investigación. En consecuencia, suele tomarse en consideración una serie de indicadores de insumos y resultados que permiten realizar una estimación aproximada sobre las capacidades en materia de ciencia, tecnología e innovación. Los indicadores de insumos más utilizados son los de gasto en investigación y desarrollo (I+D), tanto público como privado, y el personal dedicado a esta labor: investigadores, técnicos, otro personal de apoyo. Por otro lado, los indicadores de productos o resultados más utilizados son las publicaciones científicas y las patentes derivadas de las actividades de investigación, aunque las patentes también se consideran insumos para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (véase el diagrama I.1)¹.

Diagrama I.1

Indicadores de ciencia y tecnología



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

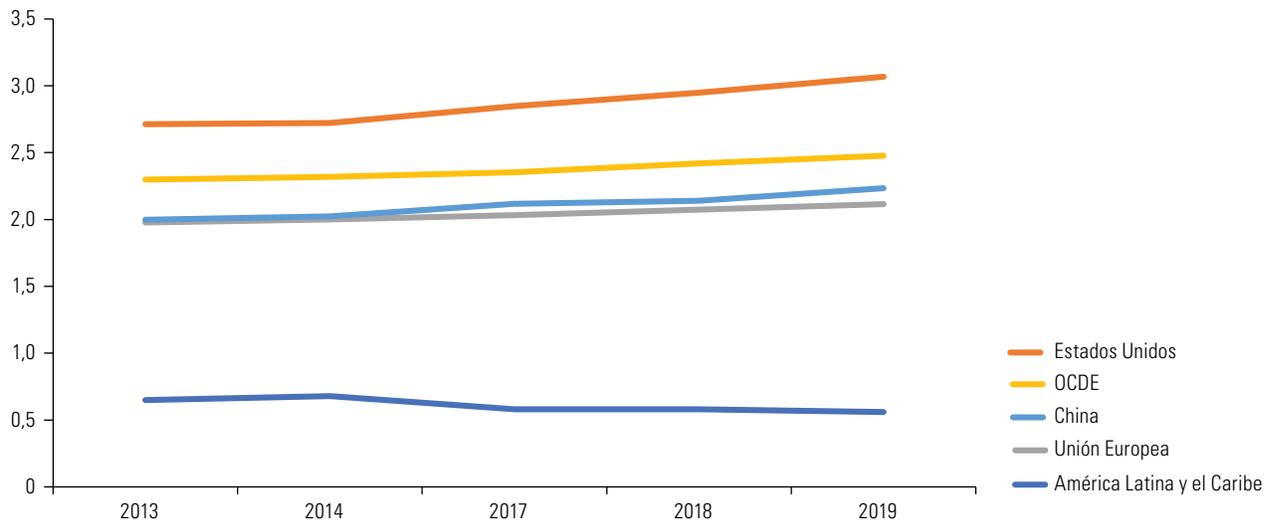
1. Escaso gasto en I+D

Es evidente el rezago de América Caribe y el Caribe en el gasto en I+D con respecto a países más desarrollados, e incluso en comparación con algunos países emergentes como el caso de China. La región no solo no ha sido capaz de cerrar la brecha, sino que esta se ha ido ensanchando en los últimos años. Los Estados Unidos, la Unión Europea, los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y China tienen un nivel de gasto en I+D relativo al producto interno bruto (PIB) superior al 2%. Esta cifra llega al 3% en el caso de los Estados Unidos y supera el 4% en el de la República de Corea. Además, el gasto en I+D relativo al PIB en dichos países entre 2013 y 2019 aumentó cerca de 0,2 puntos porcentuales. América Latina y el Caribe, en cambio, además de tener un gasto en I+D relativo al PIB unas cuatro veces menor, redujo dicho gasto del 0,65% del PIB en 2013 al 0,56% en 2019 (véase el gráfico I.1).

¹ Tanto por el alcance de este capítulo como por la disponibilidad de información, los indicadores utilizados se acotan a la investigación y el desarrollo. Si bien los procesos de investigación y desarrollo se diferencian de los de innovación, se acepta que hay una correlación positiva entre ambos, por lo que los indicadores de I+D se consideran un reflejo indirecto de los indicadores de innovación a nivel agregado.

Gráfico I.1

América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D con relación al PIB, 2013-2019
(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 (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, OCDE y China.

La situación en la región es heterogénea. Si se tiene en cuenta la evolución del gasto en I+D en términos absolutos, entre 2011 y 2019, se pueden definir tres grupos de países:

- i) aquellos que fueron aumentando en forma constante el gasto en I+D hasta duplicarlo con creces, como Cuba, El Salvador y el Perú;
- ii) aquellos que muestran una trayectoria no bien definida y que en el período han registrado un avance inferior al 20%, tales como Chile, Colombia y Costa Rica, y
- iii) aquellos que mostraron una tendencia a disminuir el gasto en I+D, entre los que se encuentran la Argentina, el Brasil y México.

La disminución en el gasto de estos últimos países explica la reducción del gasto total en América Latina y el Caribe, pues ellos representan el 83% del gasto en la región. Solamente al Brasil le corresponde el 62%. En términos relativos, es decir, en el gasto en I+D como proporción del PIB, también lidera la región el Brasil, que destina un 1,16% de su PIB a esas actividades. Entre los países sobre los que se dispone de información, le siguen Cuba y el Uruguay con más del 0,5%, y la Argentina, con un 0,46% (véase el gráfico I.2).

2. Ha habido escasos cambios estructurales en la composición del financiamiento y la ejecución del gasto

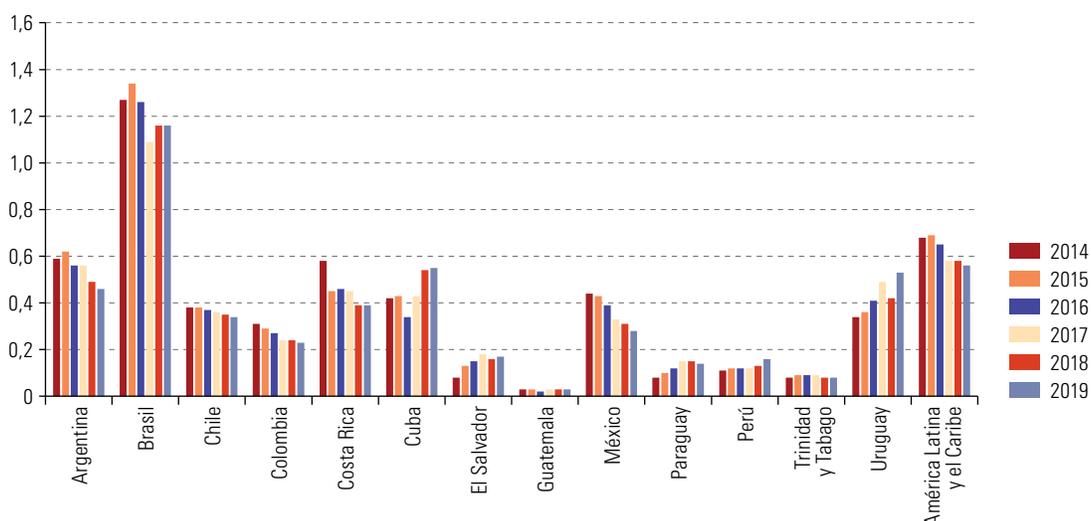
Entre 2003 y 2019, América Latina y el Caribe mantuvo la estructura de financiamiento y ejecución del gasto que la ha caracterizado en las últimas décadas. La mayor parte del financiamiento del gasto en I+D en los países de la región proviene del Estado. Dicho gasto es ejecutado principalmente por el sector académico, a diferencia de los países más desarrollados, donde son las empresas las principales entidades que financian y ejecutan el gasto.

En el caso de China, la participación de las empresas en el financiamiento de la I+D alcanza casi el 80% del total, mientras que, en los Estados Unidos, la Unión Europea y los países de la OCDE, este indicador supera el 60%. En los países de la región, por el contrario, la participación de las empresas en el financiamiento de la I+D oscila en torno al 35%, mientras que el Estado aporta en torno al 60%.

Gráfico I.2

América Latina y el Caribe (13 países): gasto en I+D como proporción del PIB, 2014-2019

(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 (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

Nota: En el caso del Brasil, Costa Rica y Trinidad y Tabago, los datos son de 2018. En el caso de América Latina y el Caribe, los datos son estimaciones.

La caída del gasto en I+D en los países de la región (tanto en términos absolutos como en relación con el PIB) está vinculada con la reducción del aporte de los gobiernos a este rubro, que en términos porcentuales se redujo del 62,5% en 2013 al 56,5% en 2019 (véase el gráfico I.3). La ejecución del gasto en I+D en la región muestra una escasa participación del sector empresarial. Las empresas ejecutan alrededor del 30% del gasto en I+D en la región. Por su 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).

Gráfico I.3

América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D por sector de financiamiento, 2013-2019

(En porcentajes)

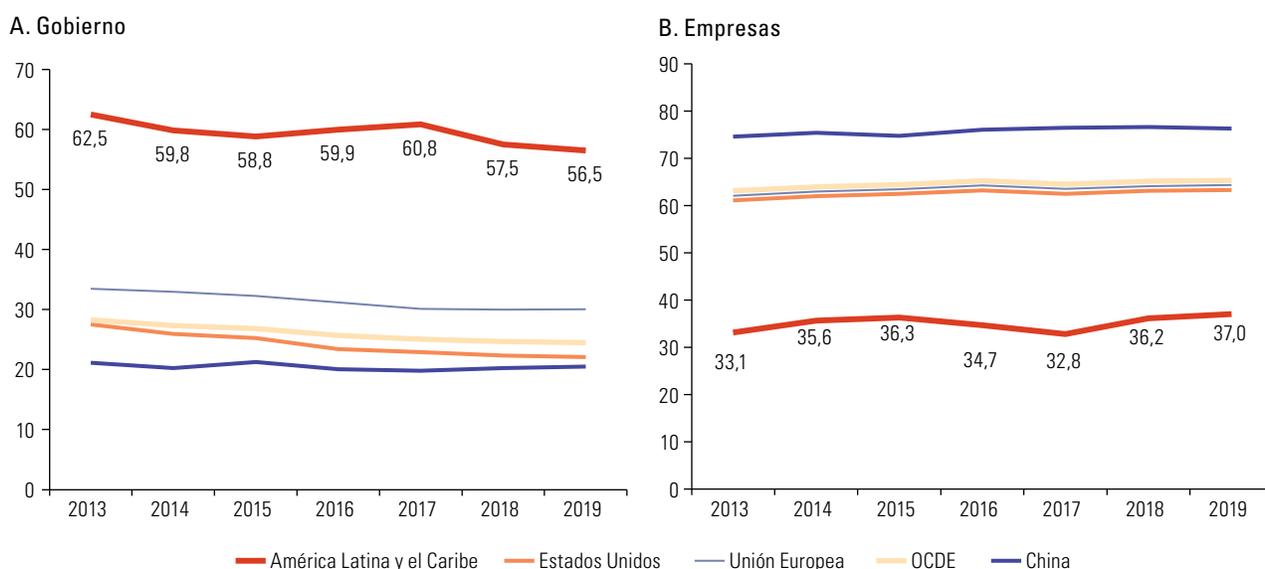
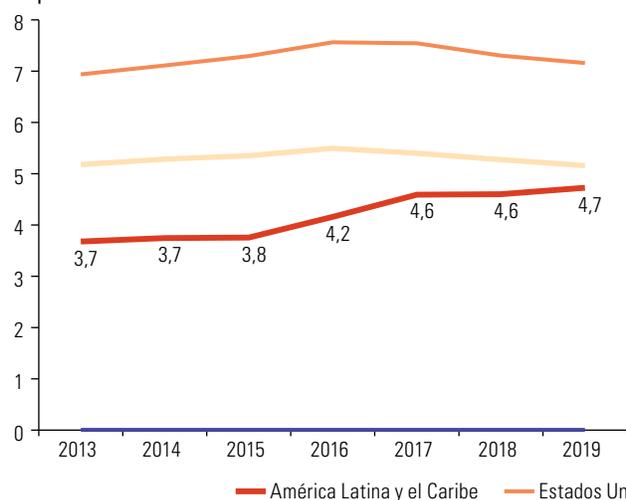
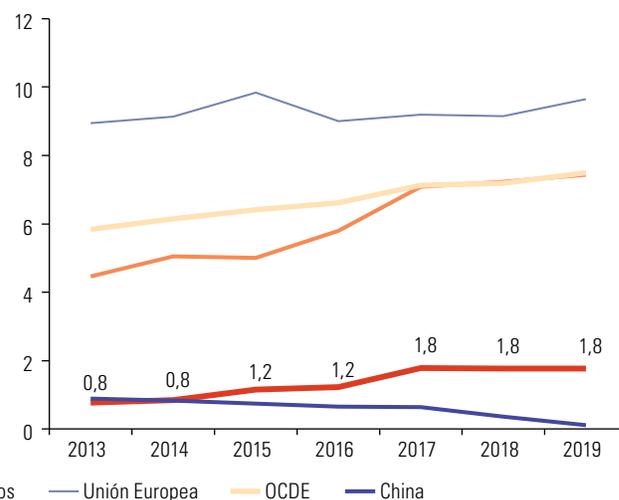


Gráfico I.3 (conclusión)

C. Educación superior y organizaciones privadas sin fines de lucro



D. Inversión extranjera

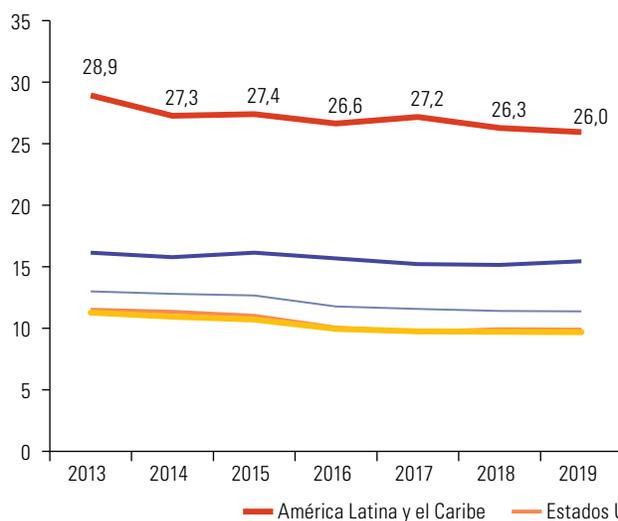


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org> para América Latina y el Caribe y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] <http://stats.oecd.org/>, para los Estados Unidos, la Unión Europea, OCDE y China.

Gráfico I.4

América Latina y el Caribe y países y bloques seleccionados: gasto en I+D por sector de ejecución, 2013-2019 (En porcentajes)

A. Gobierno



B. Empresas

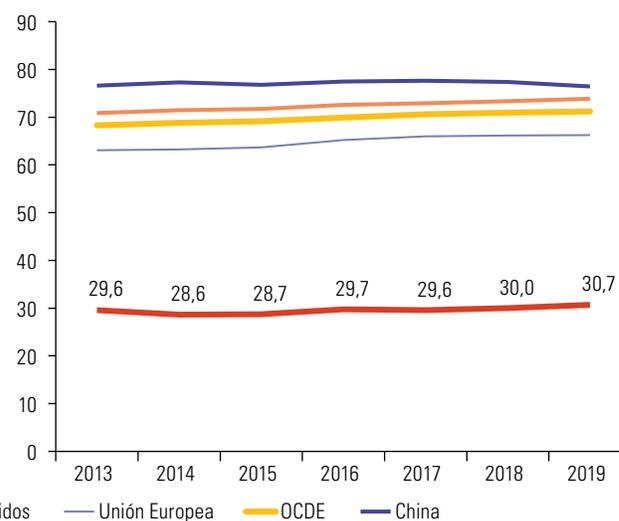
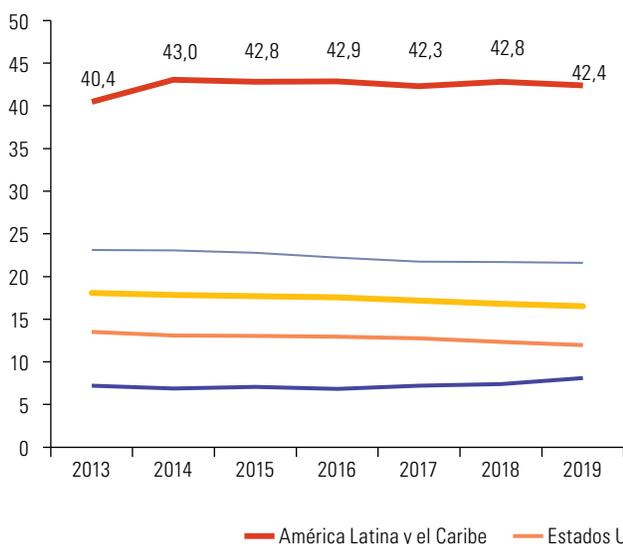
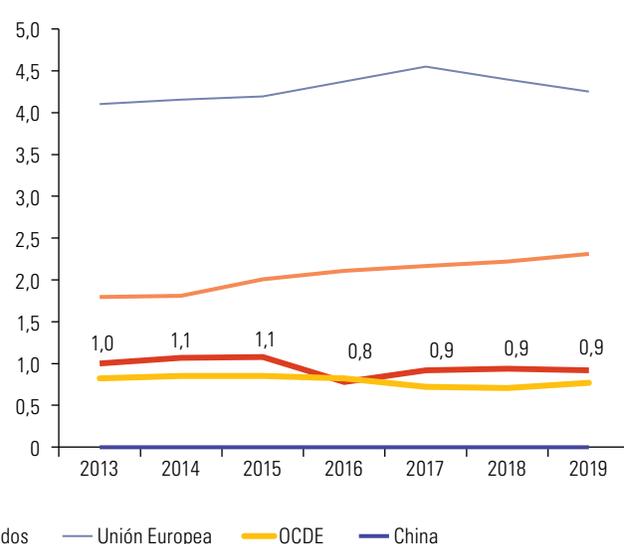


Gráfico I.4 (conclusión)

C. Educación superior



D. Organizaciones privadas sin fines de lucro



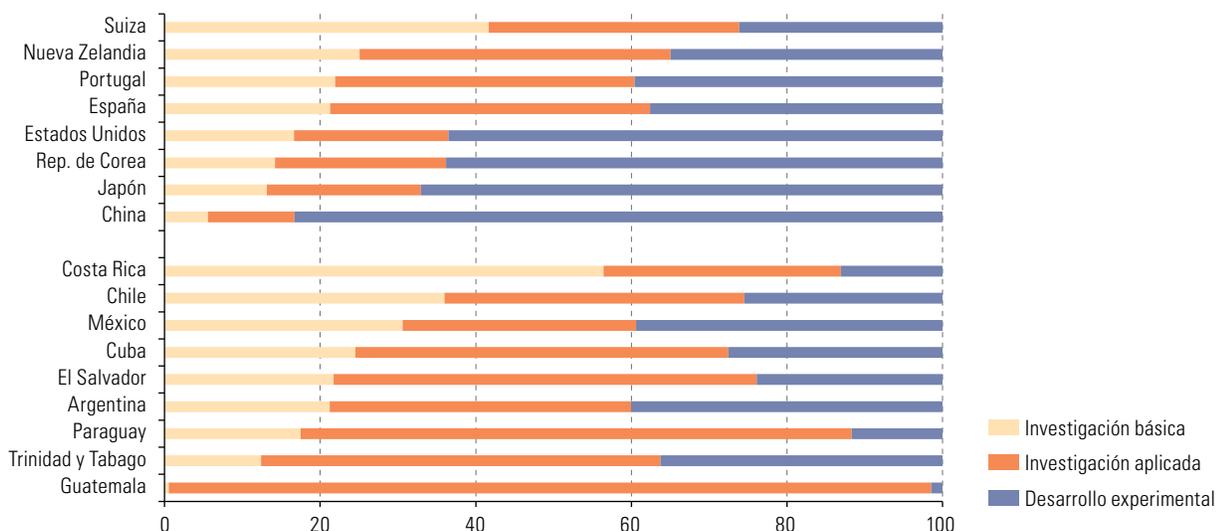
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org> para América Latina y el Caribe y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] <http://stats.oecd.org/>, para los Estados Unidos, la Unión Europea, OCDE y China.

3. La investigación básica predomina en la región

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).

Gráfico I.5

Países seleccionados: gasto en I+D por tipo de investigación, 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 (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org> e Instituto de Estadística de la UNESCO, UIS.Stat [en línea] <http://data.uis.unesco.org/>.

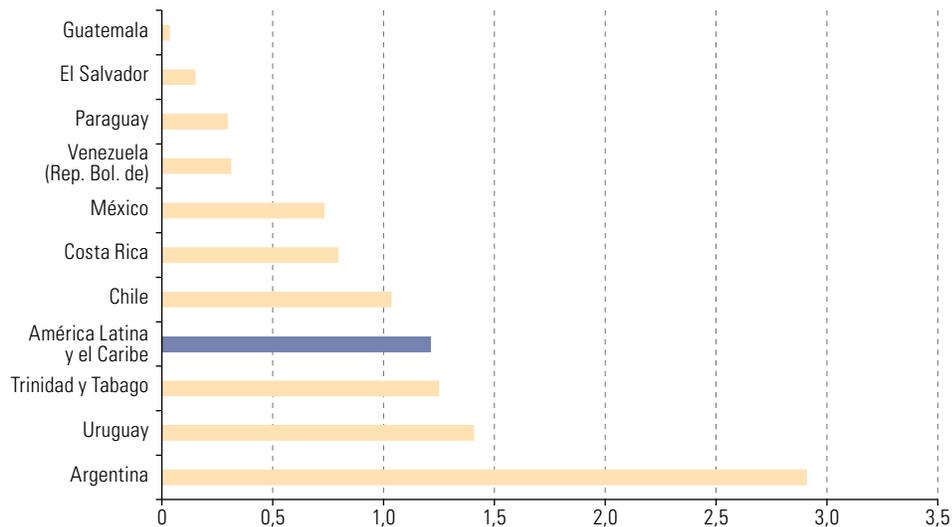
4. Aumento del capital humano dedicado a la ciencia, la tecnología y la innovación

El número de investigadores en la región, medido sobre la base del equivalente a jornadas completas, llega a casi 386.000, lo que significa que ha experimentado un crecimiento superior al 19% en el período 2015-2019. En un escenario donde el gasto en I+D no ha tenido un aumento equivalente, no se puede obtener una explicación clara con la información disponible. En 2019, según la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), el 63,2% de estos investigadores se desempeñaba en el mundo universitario, el 11,1% en el sector público y el 25,1% en las empresas, tanto públicas como privadas. Estos porcentajes son coherentes con la información sobre distribución en la ejecución del gasto en la región.

América Latina y el Caribe registra como promedio 1,21 investigadores por cada 1.000 personas de la población económicamente activa (PEA). La Argentina lidera en este indicador, con casi 3 investigadores por cada 1.000 personas incluidas en la PEA (véase el gráfico I.6).

Gráfico I.6

América Latina y el Caribe (10 países): proporción de investigadores en la población económicamente activa^a, 2019
(Por cada 1.000 personas)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

Nota: En el caso de Trinidad y Tabago y Costa Rica, los datos son de 2018.

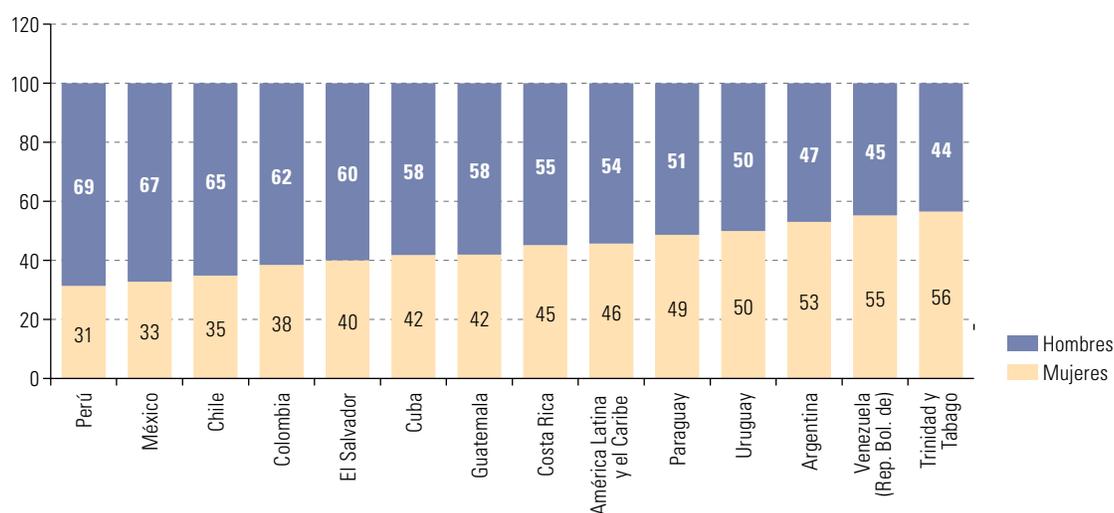
^a Equivalente a jornadas completas.

La participación de las mujeres en el total de investigadores en la región está en torno al 46%. Esta proporción es mayor que el 28% de promedio mundial y solo se ve superada por los países de Europa occidental (48,5%) (UNESCO, 2018). Destacan la Argentina, Venezuela (República Bolivariana de) y Trinidad y Tabago, donde más de la mitad de los investigadores y becarios a nivel nacional son mujeres. En el otro extremo, Chile, México y el Perú exhiben una proporción más baja de mujeres investigadoras y becarias (véase el gráfico I.7). Según la RICYT, el porcentaje de participación femenina entre los investigadores permanece casi sin variaciones desde hace más de siete años. Dicha participación es menor cuando se trata de directores de proyectos o de centros de investigación, por lo que todavía queda camino por recorrer en este campo.

Gráfico 1.7

América Latina y el Caribe (13 países): investigadores según sexo, 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 (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

Nota: En el caso de Costa Rica y El Salvador, los datos son de 2018. En el caso de América Latina y el Caribe, los datos son estimaciones.

La mayor proporción de investigadoras por disciplina científica, en los países de la región sobre los que se cuenta con información, se da sin excepción en el ámbito de las ciencias médicas. En el otro extremo, las menores proporciones de mujeres investigadoras se dan en las disciplinas de ingeniería y tecnología, y en las ciencias agrícolas (RICYT, 2019).

En cuanto al sector empleador de las investigadoras, se puede apreciar en los casos sobre los que se dispone de información que la contratación de mujeres investigadoras por parte de las empresas es proporcionalmente menor que en los otros sectores. A modo de ejemplo, en la Argentina, donde en promedio el 53% de los investigadores son mujeres, en el sector empresarial solo el 32% lo son.

5. Los criterios de desempeño condicionan la producción científica

De acuerdo a la RICYT, la producción científica en América Latina y el Caribe, medida sobre la base del número de publicaciones indexadas anuales, se incrementó en casi un 29% entre 2015 y 2019. Más aún, la participación de los países latinoamericanos en el total de publicaciones realizadas en el mundo ha experimentado un importante y sostenido crecimiento durante la última década, al pasar de un 3,85% en 2010 a un 5,02% en 2019.

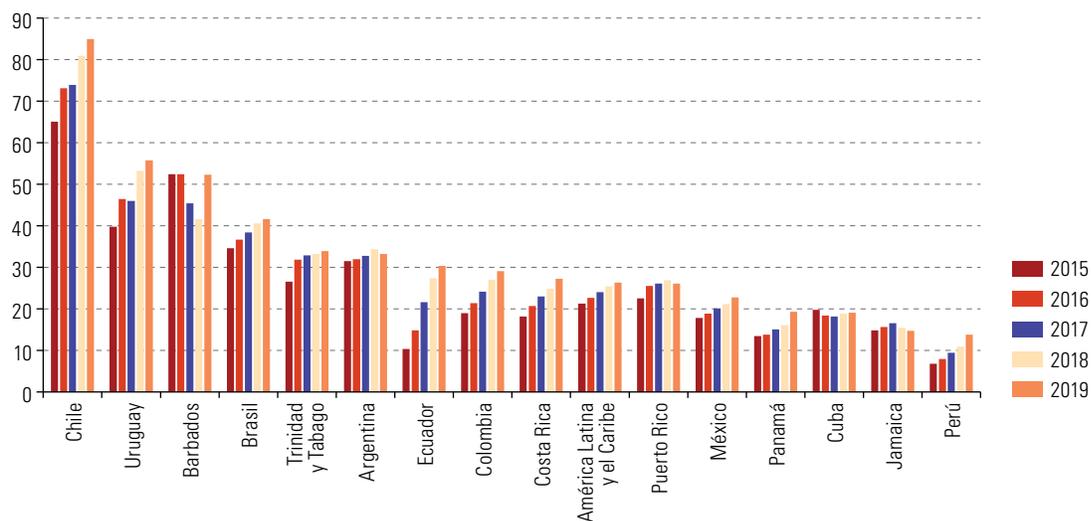
Este aumento en las publicaciones es coherente con el aumento del número de investigadores y con el hecho de que estos se encuentren radicados en su mayoría en las universidades. En tales casos, los criterios de desempeño del trabajo académico se basan en mayor medida en los aportes a las publicaciones científicas que en las aplicaciones de los resultados de la investigación.

Chile es el país de mayor productividad científica en América Latina y el Caribe respecto al número de habitantes y el PIB. Por su parte, Trinidad y Tabago aparece como el más productivo si la comparación se realiza en función del gasto en I+D. El número de publicaciones en Scopus por cada 100.000 habitantes muestra una evolución similar (véase el gráfico 1.8)².

² Scopus es una base de datos bibliográfica de revistas científicas, editada por Elsevier.

Gráfico I.8

América Latina y el Caribe (15 países): publicaciones en Scopus por cada 100.000 habitantes, 2015-2019



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

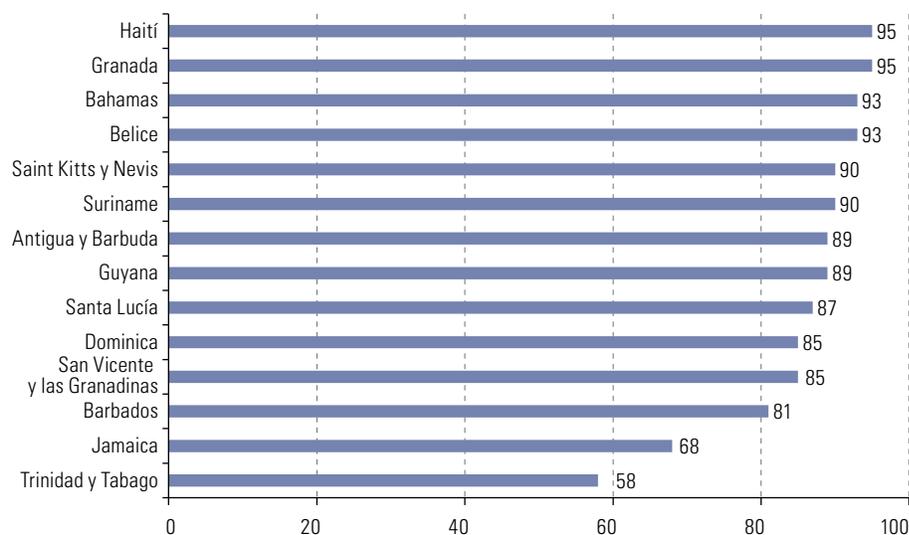
Nota: En el caso de América Latina y el Caribe, los datos son estimaciones.

Las comunidades científicas de varios países de América Latina han avanzado en sus relaciones internacionales durante el quinquenio 2015-2019, lo que se refleja en el importante aumento que han experimentado las publicaciones con colaboración internacional realizadas por investigadores de la región. Por ejemplo, en varios países del Caribe las publicaciones con coautores extranjeros superan el 85% del total (véase el gráfico I.9).

Gráfico I.9

El Caribe (14 países): participación de publicaciones con coautores extranjeros, 2017-2019

(En porcentajes)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), *UNESCO Science Report 2021. The Race Against Time for Smarter Development*, S. Schneegans, T. Straza y J. Lewis (eds.), París, UNESCO Publishing, 2021.

6. Los no residentes dominan las solicitudes de patentes en la región

Durante la última década ha habido un incremento significativo en la actividad de patentamiento en el mundo, con un aumento de un 64% al comparar las solicitudes de patentes entre 2010 y 2020. Los países de América Latina y el Caribe no han seguido la misma tendencia. La región redujo su nivel de patentamiento y, por tanto, su participación en el total de solicitudes de patentes en el mundo, de un 2,8% en 2010 a un 1,6% en 2020. La región geográfica que concentra la mayor cantidad de solicitudes de patentes es Asia, con el 66,6% del total y un aumento de 15 puntos porcentuales desde 2010 (véase el cuadro I.1).

Cuadro I.1

Solicitudes de patentes, 2010 y 2020

(En número de solicitudes y en porcentajes)

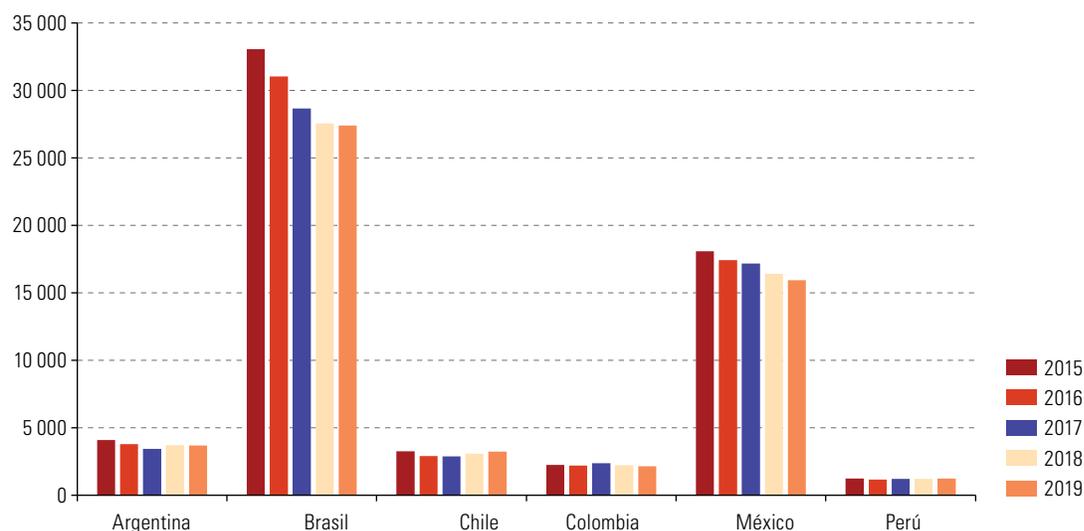
Región	Número de solicitudes		Participación de residentes (en porcentajes)		Participación en el total (en porcentajes)	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020
África	12 700	16 400	15,7	20,7	0,6	0,5
Asia	1 028 700	2 183 400	73,5	82,9	51,5	66,6
Europa	343 300	357 900	64,8	57,8	17,2	10,9
América Latina y el Caribe	55 400	52 200	11,7	16,3	2,8	1,6
América del Norte	525 700	631 700	46,9	43,4	26,3	19,3
Oceanía	31 600	35 100	12,7	7,7	1,6	1,1
Mundo	1 997 400	3 276 700	61,9	70,3	100,0	100,0

Fuente: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), *World Intellectual Property Indicators 2021*, Ginebra, 2021.

Las oficinas de patentes del Brasil y México se encuentran entre las 20 más importantes del mundo en cuanto al número de patentes solicitadas y patentes otorgadas. En 2020, el Brasil recibió 24.338 solicitudes de patentes, y México, 14.312, con lo que los dos países concentran el 74% de las solicitudes de patentes en la región. Ambos muestran una baja en la actividad de patentamiento en los últimos años, lo que explica la reducción del promedio de las solicitudes de patentes en la región (véase el gráfico I.10).

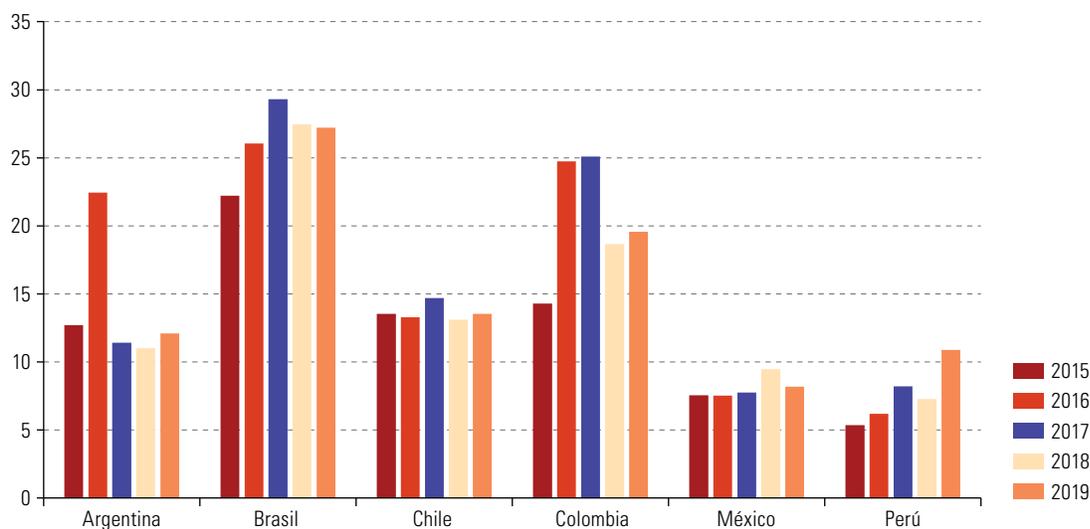
Por otra parte, un rasgo que diferencia a América Latina y el Caribe de los países más desarrollados, y de algunos emergentes como China, es que las solicitudes y aprobaciones de patentes se concentran en los no residentes. En 2020, las solicitudes tramitadas en Europa por residentes representaron el 57,8% en 2020 y en Asia, el 82,9%. En cambio, en América Latina y el Caribe solo el 16,3% de las solicitudes provinieron de residentes, si bien ello constituye un repunte en relación con el 11,7% de 2010. En el caso del Brasil, el 78,3% de las solicitudes en 2020 fueron de no residentes y en México, el 92%. En ambos casos, los Estados Unidos son el principal país de origen de los solicitantes, pues representan el 29,2% de las solicitudes realizadas en el Brasil y el 43,4% de las realizadas en México (véanse los gráficos I.10 y I.11).

Gráfico I.10
América Latina y el Caribe (6 países): patentes solicitadas, 2015-2019



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

Gráfico I.11
América Latina y el Caribe (6 países): patentes solicitadas por residentes, 2015-2019
(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 (RICYT) [en línea] <http://www.ricyt.org>.

B. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación

En esta sección se presenta un panorama resumido de las políticas e instrumentos de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación que los países de la región han puesto en práctica en años recientes.

1. A pesar de los avances, la institucionalidad muestra debilidades

La institucionalidad pública de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación ha mostrado avances importantes en los años recientes. Se observa una consolidación del posicionamiento de dichas instituciones en el aparato público, en particular en aquellos países donde se han creado ministerios del ramo. 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 innovación³.

El análisis de la institucionalidad de ciencia, tecnología e innovación muestra algunas características comunes, que se describen a continuación.

a) Los presupuestos de ciencia y tecnología se han reducido

Cualquier diseño institucional requiere para su implementación un mínimo de recursos que lo hagan eficaz. A pesar del aumento del estatus institucional de la ciencia, la tecnología y la innovación en la región, en varios países se observa que este no ha ido de la mano de incrementos presupuestarios y en algunos casos incluso se han registrado disminuciones.

Las razones pueden ser múltiples, pero una hipótesis razonable se basa en un panorama fiscal caracterizado por el estancamiento de los ingresos⁴. Esta situación, sumada a la expansión del gasto para responder a demandas sociales, y recientemente para hacer frente a la pandemia de COVID-19, habría socavado la disponibilidad de recursos para los presupuestos asignados a la ciencia y la tecnología.

b) Discontinuidades ocasionadas por los ciclos políticos

Es común observar cambios importantes en las prioridades y en la orientación de las políticas como consecuencia de los cambios administrativos de los nuevos gobiernos. De hecho, los cambios radicales introducidos por cada nuevo gobierno crean incertidumbre para los actores del sector privado, lo que socava la confianza de los inversores (UNESCO, 2021). Esta incapacidad o falta de disposición para mantener ciertas políticas a lo largo del tiempo refuerza la tendencia cortoplacista del empresariado de la región.

c) Políticas implícitas y explícitas

Cuando se habla de políticas públicas en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación en la región no siempre se trata de políticas explícitas que estén establecidas en un documento formal. Muchas veces se trata de un conjunto de medidas de diferente índole que han sido adoptadas por los gobiernos. Algunas están relacionadas con el ordenamiento institucional, otras están vinculadas con las modalidades de financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación u otros instrumentos de apoyo implementados. En su conjunto, implícitamente, esas medidas diversas son consideradas como las políticas de este sector. En muchas ocasiones es necesario revisar los instrumentos públicos que se aplican en este ámbito para poder inferir cuáles son las políticas vigentes.

2. Los subsidios concursables son los instrumentos predominantes

Se observa que los mecanismos o instrumentos más comunes de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación en la región son la asignación de subsidios, en general sobre la base del modelo de fondos concursables, y el

³ Los países con Ministerios de Ciencia y Tecnología son la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Jamaica, la República Dominicana, Trinidad y Tabago y Venezuela (República Bolivariana de). Además, el nuevo Presidente del Perú anunció también la próxima creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología.

⁴ El Caribe muestra una evolución levemente positiva durante el mismo período (CEPAL, 2020).

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.2). Los instrumentos se han organizado fundamentalmente sobre la base de un modelo orientado por la demanda. Según ese modelo, las fuentes 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 otorgadas sobre la base de convocatorias o concursos gestionados por agencias públicas especializadas. En este mecanismo, el rol de las agencias tiende a circunscribirse a la administración de los proyectos y luego a su seguimiento, fundamentalmente desde el punto de vista financiero.

Cuadro I.2

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 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
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 la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), "Políticas CTI. Políticas en Ciencia, tecnología e Innovación en Iberoamérica" [en línea] http://www.politicasciti.net/index.php?option=com_zoo&view=frontpage&lang=es&Itemid=53 sobre un total de 21 países, e información de fuentes nacionales.

a) Financiamiento de la investigación científica y tecnológica

Para financiar proyectos de I+D ejecutados fundamentalmente en universidades y centros de investigación públicos y orientados principalmente a la investigación básica y aplicada, una gran mayoría de los países de la región cuenta con fondos competitivos de investigación. La asignación de fondos se guía por criterios de excelencia de la investigación. Como resultado, la cartera de proyectos escogidos no necesariamente se alinea con algún tipo de prioridad nacional ni con criterios de impacto social o económico. Sin embargo, en algunos casos, a los efectos de dar cuenta de necesidades nacionales evidentes (como las derivadas de la pandemia de COVID-19) o con el propósito de desarrollar capacidades en tecnologías emergentes, los países hacen convocatorias asociadas a áreas prioritarias.

Algunos países, como la Argentina y México, complementan estos programas con líneas y fondos de financiamiento de la carrera de investigador y del equipamiento para la investigación. En varios países existen institutos de investigación públicos, si bien esta no ha sido la tendencia reciente. Además, se observa de forma incipiente la adopción de mecanismos de financiamiento de programas de investigación de larga duración y con mayores marcos presupuestarios en disciplinas específicas o en torno a desafíos nacionales, los cuales también

se asignan mediante procesos competitivos. Estos instrumentos utilizados principalmente por universidades e investigadores concentran una parte sustancial de los recursos públicos destinados a la ejecución de I+D⁵.

b) Formación de recursos humanos

Dados los importantes déficits en materia de disponibilidad de personal especializado en el campo de la investigación, se observa que un número creciente de países ha establecido programas de becas para estudios en el exterior. También han desplegado algunos esfuerzos para constituir programas de formación de posgrado a nivel local e iniciativas que contribuyen al robustecimiento de los sistemas nacionales de innovación en horizontes de mediano y largo plazo.

c) Apoyo a la innovación empresarial

Actualmente, 19 de los 21 países analizados (RICYT, s/f) ya cuentan con alguna modalidad de instrumentos de apoyo a la innovación empresarial ese tipo. El mecanismo más ampliamente utilizado son los fondos competitivos que cofinancian, con recursos no reembolsables, proyectos de I+D+i presentados por empresas. En general, se trata de fondos horizontales sin prioridades sectoriales o temáticas, asignados sobre la base de criterios como el nivel de innovación del proyecto y sus expectativas de sostenibilidad financiera. En algunos países, como la Argentina, Chile y el Uruguay, se han establecido fondos o convocatorias con orientación sectorial o temática.

Como complemento de lo anterior, se observa que al menos nueve países han establecido instrumentos de incentivos tributarios de la I+D en distintas modalidades⁶. Los créditos tributarios son los instrumentos horizontales por excelencia para promover la innovación a nivel de empresa, y permiten una reorientación de los fondos de financiamiento no reembolsable hacia la promoción de la innovación de forma más focalizada (OCDE, 2021).

d) Promoción del emprendimiento innovador

Otra línea de instrumentos que ha expandido su presencia en América Latina y el Caribe en la última década es la relativa a la promoción del emprendimiento innovador. En ese rubro existen múltiples modalidades de apoyo, como el aporte de capital semilla, la promoción del capital de riesgo, el acceso a incubadoras de empresas y aceleradoras de proyectos y la capacitación empresarial y financiera (OCDE, 2017). Ya se observan resultados relevantes en los países donde se han implementado estos programas y se ha establecido una proporción importante de los instrumentos mencionados, que dan cuenta de los múltiples obstáculos que enfrenta el emprendimiento dinámico.

C. Renovación del rol estratégico de la ciencia, la tecnología y la innovación

La revisión y el análisis presentados en las secciones anteriores permiten destacar algunos elementos distintivos de los sistemas de innovación en la región e inducen a una reflexión sobre el rol estratégico de las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Se han introducido modificaciones institucionales en varios países de América Latina y el Caribe. Ello ha permitido la creación de ministerios u otras instituciones de alto

⁵ Las estadísticas del portal "Main Science and Technology Indicators" de la OCDE indican que del presupuesto público dedicado a la I+D en 2018 en la Argentina, Chile y México, un 38%, un 55% y un 61%, respectivamente, se ejecutan en entidades de educación superior. En el caso de la Argentina, esta cifra no incorpora el presupuesto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) destinado a sueldos de investigadores que trabajan en universidades. En promedio, más del 70% del gasto de las universidades se destina a investigación básica y aplicada.

⁶ En la actualidad existen instrumentos de crédito tributario a las actividades de I+D en la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, Jamaica, México, el Perú y el Uruguay.

nivel político a cargo de esta área. No obstante, estas nuevas entidades aún no han redundado en un papel más activo de la ciencia, la tecnología y la innovación en las políticas de desarrollo productivo y social, o solo de manera moderada.

Todavía se observa cierto predominio de la ciencia básica en comparación con la ciencia aplicada y el desarrollo experimental. Los países de América Latina tienden a priorizar el apoyo a la investigación ejecutada en universidades e institutos de investigación. Se trata de entidades enfocadas en la ejecución de investigación básica y, en menor medida, de investigación aplicada. A tal efecto, cuentan con instrumentos relativamente maduros, que canalizan hacia ellas una porción importante del gasto público en investigación y desarrollo. Es prueba de ello el claro incremento de las publicaciones científicas durante los últimos años, al tiempo que las solicitudes y obtenciones de patentes han experimentado un descenso. Esta situación se ve reafirmada con el relativo estancamiento de la participación de las empresas en el financiamiento y la ejecución de actividades de I+D en la región.

Hasta ahora, el modelo de apoyo público de los gobiernos a la ciencia, la tecnología y la innovación se ha basado en lógicas de mercado en las que domina la demanda de recursos y hay una escasa coordinación y direccionamiento de la investigación. Desde hace décadas, la acción pública se ha centrado principalmente en proporcionar subvenciones para la investigación y la innovación a científicos y a empresas, respectivamente. Sin embargo, no se ha definido la orientación de esos recursos hacia fines determinados, lo que pone en duda la eficacia de dicha estrategia.

La combinación de instrumentos de política de apoyo a la innovación parece incompleta e insuficiente para impulsar un gran salto en estas materias en la región. Existen algunos factores propios del entorno económico que pueden inhibir la innovación empresarial. Además, la falta de apoyos tales como el crédito para la innovación y las compras públicas innovadoras, disponibles en muchos países de la OCDE, 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. Se utilizan de forma generalizada y prácticamente excluyente los fondos concursables, orientados por la demanda. Esta se basa en un paradigma que supone que las fuentes más confiables para determinar los proyectos de investigación e innovación que el país debe realizar son los investigadores, en el caso de la ciencia y la tecnología, y las empresas, cuando se trata de innovación. Dicho paradigma ha traído como consecuencia: i) proyectos con un débil financiamiento, lo que redundará en que muy pocos avancen hasta la fase de introducción al mercado y afecta su impacto socioeconómico; ii) 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; iii) una priorización *de facto* de proyectos de corto plazo, incapaces de abordar ciertas áreas del desarrollo estratégico de los países (esta situación se ve agravada cuando se suceden gobiernos de diferente signo político), y iv) áreas de investigación asociadas a desafíos nacionales insuficientemente abordadas, por estar fuera del alcance de las capacidades o prioridades de los investigadores y las empresas.

En los últimos años, los diseñadores de políticas latinoamericanas 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. Así, se ha extendido la convicción acerca del papel insustituible de las políticas públicas de apoyo a estas actividades. En especial, las políticas públicas pueden influir en la orientación y la direccionalidad 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.

Aunque con un alcance más limitado, esta realidad ya había sido comprendida desde hace tiempo por muchos países industrializados. Sin mencionarlo explícitamente, esas economías estaban haciendo política industrial dirigida hacia sectores que se buscaba proteger o impulsar. Entre las tendencias crecientes en el período anterior a la actual crisis del COVID-19, los países miembros de la OCDE se han visto involucrados en la rehabilitación progresiva de la política industrial desde la perspectiva de la innovación. Se han basado en el argumento de que los gobiernos deberían participar activamente en la toma de decisiones explícitas relacionadas con la orientación que debe tener la política de innovación para poder dar el mejor uso a sus limitados recursos (OCDE, 2021).

La política industrial de corte más clásico dirigía sus esfuerzos hacia sectores de la actividad económica que buscaban ser favorecidos. En cambio, las tendencias actuales (sobre todo en países más avanzados y más tímidamente en los de la región) buscan abordar 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 para superarlos. 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, ya no 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 prioritariamente la investigación (sobre todo la investigación aplicada) que permita avanzar hacia la solución de un desafío específico. Eso sí, siempre se debe tener presente que la ciencia puede traer sorpresas o serendipias que abran nuevas puertas a la búsqueda de conocimiento⁷.

Algunos países de América Latina y el Caribe han comenzado a incorporar explícitamente este enfoque en sus estrategias de innovación de mediano y largo plazo. Es el caso de Colombia, que en 2019 convocó a una "Misión de sabios". En su informe final *Misión de Sabios: Colombia-2019* se definieron tres grandes desafíos para ese país y cinco formas de abordarlos (Gobierno de Colombia, 2019). Asimismo, Mazzucato y Penna (2016) han caracterizado el subsistema de investigación brasileño en el ámbito de la salud como una de las islas de excelencia productiva del Brasil. Esto lo hace particularmente propicio para iniciativas de política orientadas por misión, explícita o implícitamente focalizadas en la innovación. Sin embargo, estos autores advierten que este subsistema ha carecido de una agenda estratégica de largo plazo y que su autoorientación, sumada a la falta de demanda de conocimiento desde el subsistema industrial, revela una fragmentación del sistema. En Chile, recientemente se puso en marcha la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que reviste las características de una política pública orientada a una misión específica, aunque solo se encuentre en una fase preliminar de diseño. Además, a través de su Ministerio de Ciencia, el Gobierno de Chile ha decidido reservar una parte del presupuesto público para lo que se ha denominado "I+D orientada a los desafíos país", a saber, el cambio climático, la revolución tecnológica, las crisis biológicas (como la actual pandemia) y las crisis sociales.

Una de las características de este nuevo 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 requiere nuevos arreglos institucionales que faciliten la coordinación y el fortalecimiento de las capacidades de formulación y gestión de política.

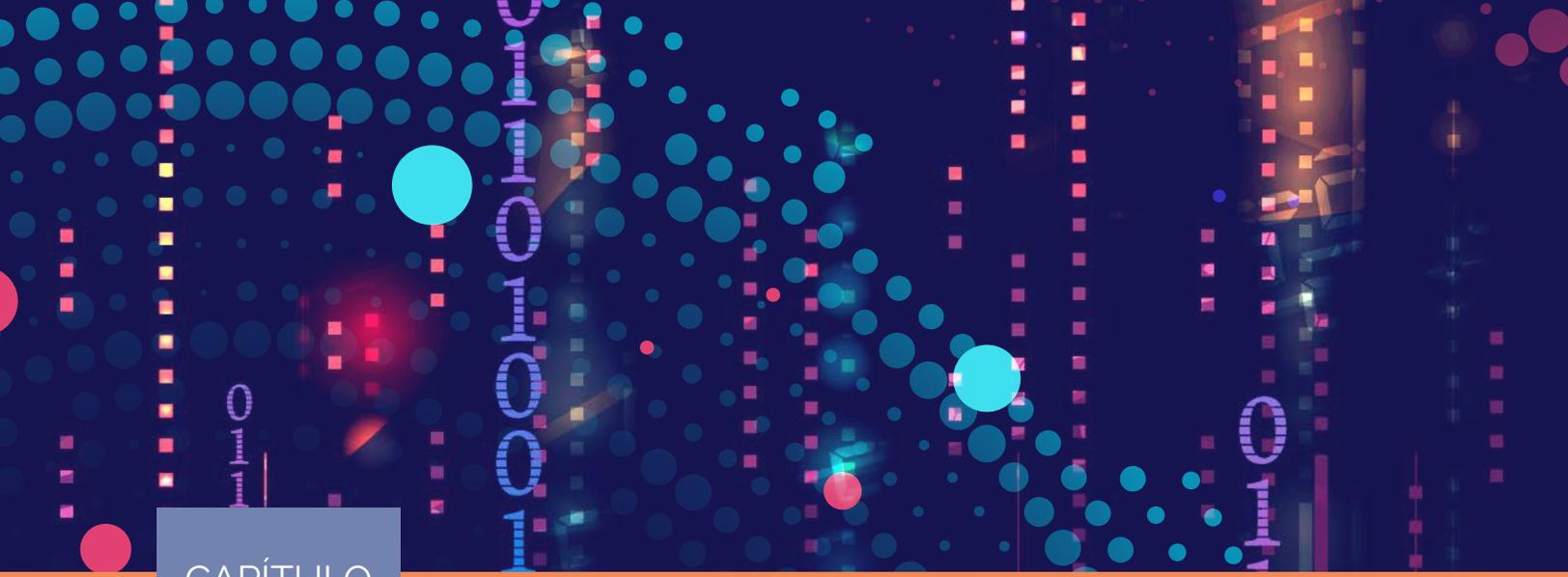
La pandemia de COVID-19, con todas las calamidades que ha provocado en el mundo, también ha ofrecido la posibilidad de aplicar este enfoque. Más aún, la pandemia ha exigido a los gobiernos adoptar estrategias más integrales para abordarla, no solo en lo que se refiere a sus efectos inmediatos, sino también a las estrategias encaminadas a evitar la repetición de un fenómeno como este en el futuro (véase el capítulo II).

Todo lo anterior indica que el dinamismo de los procesos de cambio técnico y el surgimiento de nuevos desafíos nacionales (puestos en evidencia con la irrupción del COVID-19 y los riesgos derivados del calentamiento global) exige revisar de manera permanente las temáticas abordadas por los investigadores e innovadores en el país, así como comprobar la eficacia de los instrumentos disponibles y la necesidad de establecer otros nuevos.

⁷ Las respuestas científicas o tecnológicas necesarias para abordar esos desafíos no necesariamente provendrán de iniciativas de I+D desarrolladas en el propio país, sino que en muchas oportunidades será necesario recurrir a soluciones creadas en otras latitudes.

Bibliografía

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2020* (LC/PUB.2020/6-P), Santiago.
- Fajnzylber, F. (1990), *Industrialización en América Latina: de la "caja negra" al "casillero vacío: Comparación de patrones contemporáneos de industrialización*, Cuadernos de la CEPAL, N° 60 (LC/G.1534/Rev.1-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Gobierno de Chile (2020), *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde*, Santiago, Ministerio de Energía.
- Gobierno de Colombia (2019), *Misión de Sabios: Colombia-2019* [en línea] https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf.
- Mazzucato, M. y C. Penna (2016), "The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal", *Temas Estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil*, N°1, marzo.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2021), *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*, París, OECD Publishing.
- _____(2017), *New Health Technologies: Managing Access, Value and Sustainability*, París, OECD Publishing.
- OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) (2021), *World Intellectual Property Indicators 2021*, Ginebra.
- RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología) (s/f), "Políticas CTI. Políticas en Ciencia, tecnología e Innovación en Iberoamérica" [en línea] http://www.politicasciti.net/index.php?option=com_zoo&view=frontpage&lang=es&Itemid=53.
- _____(2019), "Investigadoras por disciplina científica (EJC) 2010-2019" [en línea] http://app.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=CINVFEJCDI&start_year=2010&end_year=2019.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2021), *UNESCO Science Report 2021. The Race Against Time for Smarter Development*, S. Schneegans, T. Straza y J. Lewis (eds.), París, UNESCO Publishing.
- _____(2018), *Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030: Panorámica de América Latina y el Caribe*, Ediciones UNESCO.



CAPÍTULO



Ciencia e innovación para dinamizar la industria de la salud en América Latina y el Caribe

- A. La industria de la salud a nivel mundial y regional
- B. Ciencia, tecnología e innovación en la industria de la salud regional
- C. Políticas de ciencia, tecnología e innovación
- D. Ciencia, tecnología e innovación ante el desafío del COVID-19
- E. Recomendaciones de política de ciencia, tecnología e innovación para fortalecer las industrias de la salud

Bibliografía

La industria manufacturera de la salud, constituida por la industria farmacéutica y la de dispositivos médicos, desempeña un papel crucial en las economías modernas como proveedora de bienes y servicios para el bienestar económico y social. Hoy más que antes, esta industria es priorizada como un sector estratégico tanto en los países de altos ingresos como en los emergentes por tres razones principales: en primer lugar, es proveedora de productos y servicios destinados a mejorar las condiciones de vida y de la salud humana; en segundo lugar, genera empleos de alta calidad con sólidos encadenamientos productivos al resto de la economía, y en tercer lugar, impulsa el progreso técnico, al tener una alta intensidad en investigación y desarrollo e importantes externalidades de conocimiento.

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. Contribuyeron a que se reconociera su alto grado de dependencia de las empresas transnacionales y la urgencia de fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y productivas para desarrollar industrias locales más resilientes y autosuficientes frente a futuras urgencias sanitarias.

Al comienzo de este capítulo se caracteriza la industria de la salud a nivel mundial y regional, y a continuación se describen los principales componentes del sistema de innovación en que se inserta. Posteriormente, se revisan las políticas de innovación dirigidas a esta industria, así como las respuestas que la ciencia y tecnología dan a la pandemia. Se finaliza con propuestas de líneas de acción, tanto a nivel nacional como en el campo de la colaboración regional.

A. La industria de la salud a nivel mundial y regional

Durante el último cuarto de siglo, la configuración a nivel mundial de las industrias relacionadas con la salud ha experimentado transformaciones significativas. Entre otras cosas, esas transformaciones se han visto impulsadas por una demanda que ha aumentado a la par del crecimiento del ingreso per cápita en los países en desarrollo y el incremento del consumo de productos genéricos asociado al vencimiento de las patentes de un importante número de medicamentos de amplio impacto. También han surgido promisorias trayectorias tecnológicas en rubros como la biotecnología, la electrónica y las ciencias de la computación; han caído las barreras al comercio y se han incorporado grandes economías como China y la India al comercio mundial; se han homologado los modelos de propiedad intelectual entre distintos países, y se han aplicado políticas industriales y de innovación en las grandes economías del mundo. Ello ha traído como resultado un importante proceso de desintegración vertical (en especial en la industria farmacéutica), la reconfiguración de las cadenas globales de valor y el establecimiento de nuevos patrones de localización de sus distintos eslabones.

1. Industria farmacéutica

Las grandes empresas farmacéuticas transnacionales, cuyas casas matrices están principalmente en los Estados Unidos y en países europeos como Alemania, Francia, el Reino Unido y Suiza, han seguido ofreciendo una amplia gama de productos, pero han modificado elementos centrales de su cadena de valor. Estas empresas han mantenido un énfasis significativo en la introducción de nuevos medicamentos, sobre todo biofármacos orientados a mercados de alta rentabilidad, pero también han diversificado sus fuentes de producción de principios activos en países de Asia, especialmente China y la India, ya sea en plantas propias o de terceros.

La producción de productos genéricos (tanto en forma de principios activos como de medicamentos en su formulación final) se ha ido concentrando cada vez más en los países asiáticos, sobre todo la India y China. En la actualidad, las empresas indias producen un 10% de los medicamentos del mundo en volumen, y concentran un 40% del mercado estadounidense de fármacos genéricos. China es, por su parte, el principal productor de principios activos del mundo¹.

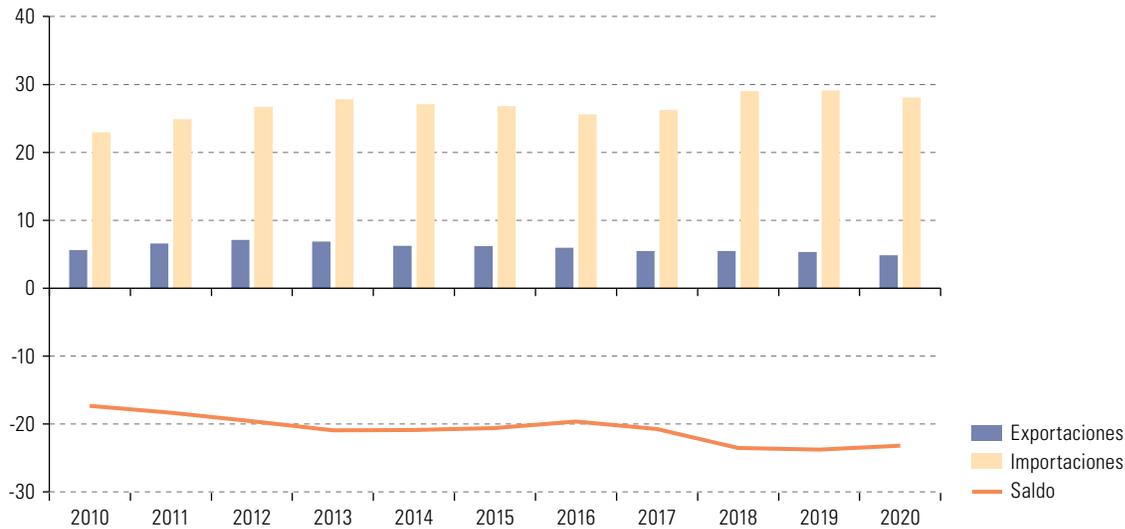
¹ Si bien no existen cifras oficiales, las estimaciones de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) sugieren que entre el 60% y el 70% del abastecimiento de principios activos de este país proviene de China.

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. Las actividades productivas que se realizan en el territorio latinoamericano tienden a concentrarse en los eslabones finales de la cadena de valor. Contemplan las tareas de formulación, manufactura, logística y distribución de productos en los que se utilizan principios activos importados, principalmente desde Asia².

En términos de comercio exterior, la región presenta un creciente déficit y una gran dependencia de las importaciones. Su participación en las exportaciones mundiales de productos farmacéuticos fue del 0,7% en 2020, muy por debajo de su participación en las exportaciones mundiales de todos los bienes (5,4%). Las exportaciones farmacéuticas siguen una tendencia descendente desde comienzos de la década pasada y su valor se redujo de un máximo de 7.100 millones de dólares en 2012 a cerca de 4.900 millones de dólares en 2020. La posición de la región en el comercio de productos farmacéuticos es persistentemente deficitaria y el valor de sus importaciones sextuplicó el de las exportaciones en 2020 (véase el gráfico II.1).

Gráfico II.1

América Latina y el Caribe: comercio exterior de productos farmacéuticos, 2010-2020
(En miles de millones de dólares)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de UN Comtrade—Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio Internacional [en línea] <https://comtrade.un.org/>.

El comercio intrarregional, por su parte, superó los 6.000 millones de dólares en 2012, pero descendió a 4.808 millones de dólares en 2018. El patrón de localización de las subsidiarias de las grandes empresas multinacionales para abastecer el mercado regional genera flujos comerciales entre los países que alcanzan montos bastante menores que las importaciones desde fuentes extrarregionales. Los países de mayor tamaño son abastecedores netos de productos farmacéuticos del resto de la región, lo que se evidencia en los superávits comerciales regionales de la Argentina, el Brasil, Colombia y México. Sin embargo, algunos países pequeños, como Cuba y Panamá y, en menor medida, El Salvador, Guyana y el Uruguay, presentan también superávits intrarregionales.

² El Brasil, el país de la región con mayor nivel de autonomía en materias de principios activos, alcanza una proporción de abastecimiento local de un 23,6% (Sweet, 2021).

2. Dispositivos médicos

El tamaño del mercado de la industria de dispositivos médicos se ha estimado en 430.000 millones de dólares para el año 2018 (IQVIA, 2019). La producción mundial se concentra en los Estados Unidos, Europa y el Japón, que fueron los lugares de origen de las 30 principales empresas del sector a nivel mundial en 2019.

El mercado es liderado por filiales de grandes transnacionales intensivas en conocimientos afines, como Johnson & Johnson, General Electric, Phillips o Siemens. Estas empresas, tras alcanzar altos volúmenes de producción en los mercados de sus países de origen, han expandido sus exportaciones al mundo.

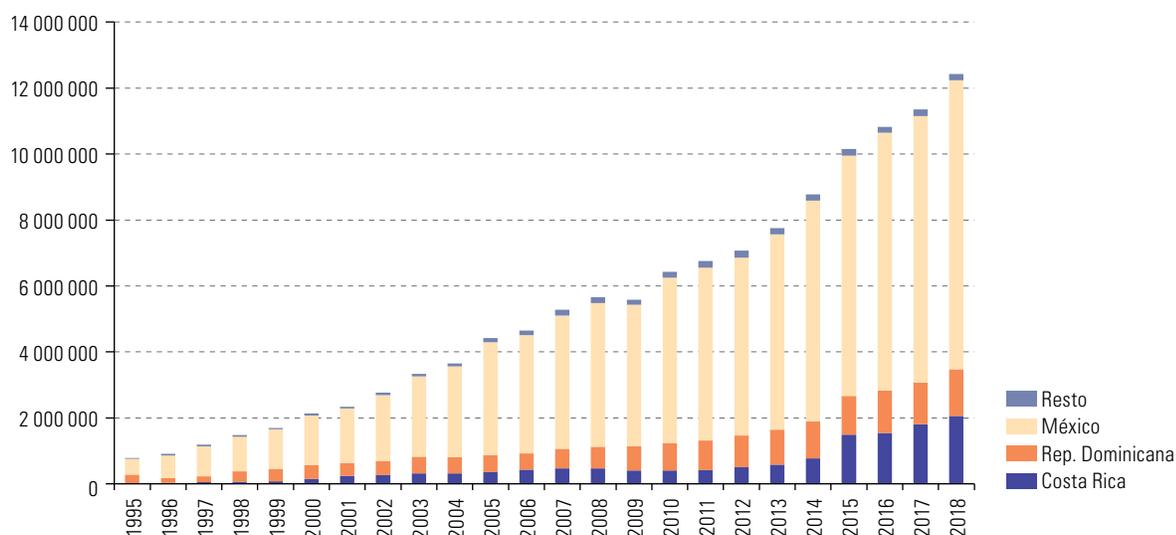
A diferencia de la industria farmacéutica, las empresas de dispositivos médicos han tendido a mantener la localización de gran parte de su cadena de valor en los países de origen, incluida la manufactura de los productos. Solo en las últimas dos décadas se han comenzado a observar procesos de relocalización de algunos eslabones de manufactura.

El desempeño de los distintos países latinoamericanos en la industria de los dispositivos médicos está íntimamente asociado a su capacidad para insertarse en las cadenas globales de valor de esta industria. La gran mayoría de los países son importadores netos de productos provenientes de los países de altos ingresos. Prácticamente no exportan, sino que satisfacen una parte menor de la demanda local con producción elaborada por empresas de capital nacional de tamaño mediano o pequeño y de sofisticación tecnológica baja o media. El Brasil es el país que cuenta con una producción local más robusta y de mayor sofisticación. En ese sentido, constituye una excepción en la región y, al parecer, llega a satisfacer con la producción nacional un 50% del consumo de este tipo de bienes (Drucaroff, 2021).

Por otra parte, tres países de la región (México, Costa Rica y República Dominicana) se han convertido en centros de manufactura de empresas transnacionales que exportan productos, sobre todo al mercado norteamericano, en volúmenes que llegan a superar el nivel agregado de las importaciones de toda la región (véase el gráfico II.2). Cabe señalar que es posible estimar que una porción inferior al 50% del valor bruto de esas exportaciones corresponde al valor agregado localmente en esos países³.

Gráfico II.2

América Latina y el Caribe: exportaciones de equipos y dispositivos médicos, 1995-2018
(En miles de dólares)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), "UNCTAD STAT" [en línea] <http://unctadstat.unctad.org/EN/>.

³ El componente de valor agregado local de las exportaciones brutas en el sector electrónico de México en 2015 ascendió a un 44,5% (OCDE/OMC, 2016).

B. Ciencia, tecnología e innovación en la industria de la salud regional

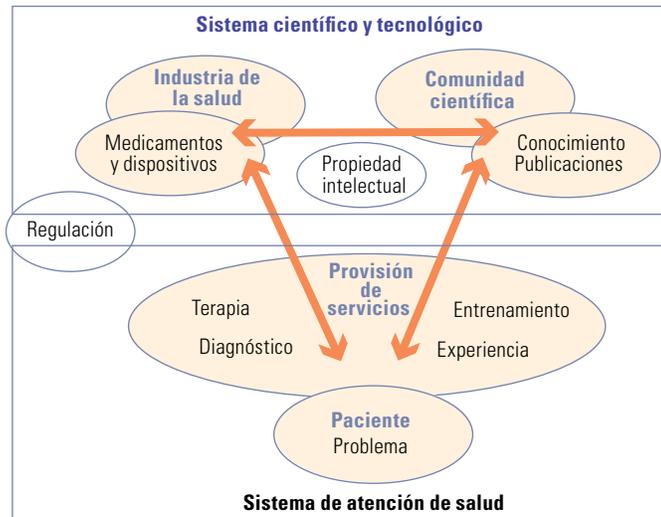
1. El sistema de innovación en la salud: marco conceptual

La creación de innovaciones en el sector de la salud se enmarca en un sistema bastante complejo en el que interactúan múltiples actores. Se trata de un sistema sujeto a estrictas regulaciones públicas y altamente internacionalizado.

A partir del diagrama propuesto por Consoli y Mina (2009) para el sistema de innovación en salud, se definen dos subsistemas principales: el sistema de ciencia y tecnología y el sistema de atención de salud. El primero es el encargado de generar el conocimiento y los productos que el segundo ha de entregar al paciente. La interacción entre estos sistemas es permanente y necesaria para generar las innovaciones deseadas (véase el diagrama II.1).

Diagrama II.1

Sistema de innovación en salud



Fuente: D. Consoli y A. Mina, "An evolutionary perspective on health innovation systems", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 19, N° 2.

En el sistema científico-tecnológico confluyen la comunidad científica y la industria (en este caso, de la salud). La comunidad científica agrupa a universidades, centros de investigación y hospitales docentes, entre otros. Estas instituciones suelen contar con financiamiento público y son las que generan la mayor parte de los conocimientos básicos sobre los que luego se apoyarán los esfuerzos de innovación. Normalmente, los investigadores y equipos de investigación universitarios tienen márgenes de libertad que les permiten escoger sus ámbitos de investigación básica. De este modo se abren rutas por las que posteriormente podrán transitar investigaciones más orientadas a la generación de aplicaciones, así como a innovaciones tecnológicas.

La industria abarca las empresas que investigan y desarrollan nuevos productos y servicios en el ámbito de los productos farmacéuticos y dispositivos médicos. En esa categoría se incluyen tanto las grandes empresas como los emprendimientos de base científico-tecnológica. Las empresas, sobre todo las de gran tamaño y de alcance multinacional, suelen contar con estructuras adecuadas de investigación y desarrollo (I+D). Por ello desempeñan un importante papel, no solo en el desarrollo de nuevos productos basados en los resultados de las investigaciones realizadas en la comunidad científica, sino también en la ejecución de programas de investigación, que van desde la investigación básica hasta la colocación de sus innovaciones en los mercados.

Un componente muy relevante en el sistema científico-tecnológico es el relacionado con la protección de la propiedad intelectual de los productos creados en las empresas y en las instituciones de investigación. En el sistema de atención de salud, los nuevos productos son puestos a disposición de los centros médicos para su prescripción a los pacientes (en el caso de los medicamentos) o para su utilización con fines clínicos (en el caso de los dispositivos médicos). Los hospitales y médicos cumplen una importante función en el sistema

de innovación al proveer de retroalimentación a las empresas productoras acerca del comportamiento en la práctica de los nuevos productos tecnológicos introducidos en el desempeño habitual de su trabajo clínico. Por otra parte, todo el sistema de innovación en el ámbito de la salud puede verse influenciado por la forma que adopte la adquisición de estas nuevas tecnologías. Influye sobre todo el sistema de aprovisionamiento público en materia de medicamentos, insumos y equipos médicos. Si el Estado es un cliente propenso a la adopción de innovaciones en el ámbito de la salud, esto provocará un efecto positivo en el sistema de innovación.

Por último, en la interfase entre ambos sistemas se encuentran los sistemas reguladores, que determinan la posibilidad de que un nuevo fármaco o dispositivo médico pueda ser recetado por la comunidad médica y, finalmente, usado por los pacientes. La herramienta fundamental con la que cuenta la autoridad sanitaria para aprobar una nueva tecnología médica es la información obtenida de los ensayos clínicos (a cargo de las empresas y financiados por ellas), que deben probar de manera fehaciente que los nuevos productos son seguros y eficaces y que se desempeñan razonablemente bien frente al desafío sanitario que aborden.

2. Desempeño del subsistema de ciencia y tecnología de la salud en América Latina y el Caribe

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 de los países de la OCDE. Si bien no existe información agregada para la región, según RICYT este indicador en el caso de la disciplina de "ciencias médicas" en 2018 fue del 0,063% en el Uruguay, del 0,065% en la Argentina y del 0,042% en Chile. 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 por encima del desempeño observado en los países de la región⁴.

Las ciencias médicas representan entre un 10% y un 20% del gasto destinado en los países de la región a investigación y desarrollo (véase el capítulo I). La conformación de una sólida base de investigadores en el campo de las ciencias de la salud y la biotecnología ha redundado en que una proporción importante de esos fondos se destine a proyectos en universidades e institutos tecnológicos. Así pues, el grueso de la actividad de investigación y desarrollo en los países de la región tiende a desarrollarse en universidades y laboratorios públicos, cuando los hay. Ello se ha traducido en un incremento sostenido de las publicaciones científicas internacionales, tal como se puede observar en el gráfico II.3.

Las empresas regionales no participan en las sofisticadas dinámicas de innovación que se registran en los países desarrollados y, cada vez más, en países como la República de Corea y China. Esas dinámicas contemplan la introducción de medicamentos o dispositivos innovadores en los mercados, con la aspiración de obtener grandes ganancias garantizadas por la protección de patentes.

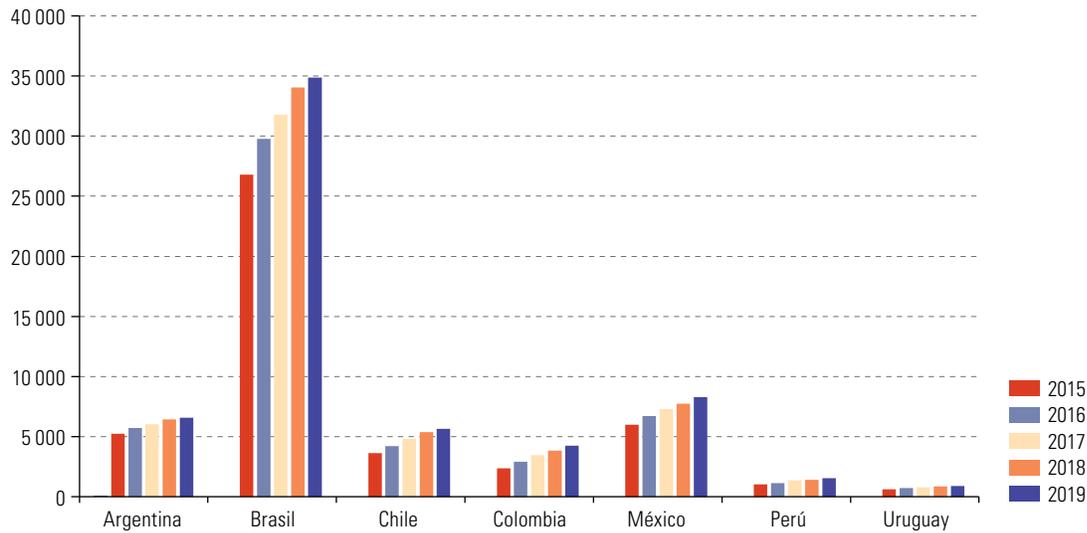
En el caso de la industria farmacéutica local regional, donde una gran parte de los fármacos elaborados corresponde a productos basados en principios activos genéricos, ello redundará en actividades de investigación y desarrollo circunscritas a procesos de formulación de medicamentos, investigación médica 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 evidencian, a nivel agregado, un bajo esfuerzo innovador en la región. Ello se debe a múltiples factores. Por una parte, las empresas transnacionales no han establecido unidades de investigación y desarrollo en aquellos países donde han instalado plantas de manufactura, pues esas unidades suelen estar reservadas para sus países de origen (Gereffi, Frederick y Bamber, 2019). Por otra, en la mayoría de los países, las empresas de capitales nacionales concentran su producción en bienes de complejidad tecnológica baja y media, con requerimientos modestos de I+D. Por último, un modelo de innovación de esta industria con un marcado contenido de integración de múltiples tecnologías y un carácter esencialmente incremental no se ajusta al tipo de esfuerzo que se realiza en las universidades e instituciones de investigación básica existentes en la región, por lo que no atrae la atención de sus investigadores.

⁴ De acuerdo con la OCDE (2018), en 2014 los presupuestos gubernamentales de los países de la OCDE para investigación y desarrollo en el ámbito de la salud ascendieron a un 0,1% del PIB regional, a lo cual 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.

Gráfico II.3

América Latina (7 países): publicaciones en MEDLINE, 2015-2019



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

No obstante, hay excepciones relevantes. El Brasil, como se ha señalado, muestra una alta tasa relativa de abastecimiento del mercado con producción local. En ese país, el agregado de las empresas productoras de equipos y dispositivos médicos registra una tasa de innovación (definida como la cantidad de empresas que introducen anualmente alguna innovación en sus procesos productivos o productos) de un 60% o más. En algunos períodos, esa tasa duplica con creces la de la industria transformadora brasileña en su totalidad. La inversión en innovación sobre ventas también es alta en el Brasil. Ello ha redundado en un leve incremento de sus exportaciones en los rubros de alta intensidad tecnológica entre 2010 y 2019 (Drucaroff, 2021).

La actividad de patentamiento en las industrias de la salud en América Latina y el Caribe se concentra sobre todo en invenciones presentadas por empresas internacionales, con muy bajo índice de introducción de productos innovadores de origen local. Por lo general, este proceso se limita a reproducir presentaciones ya realizadas en otros países de origen.

En 2018, tal como se observa en el cuadro II.1, las patentes otorgadas a residentes latinoamericanos en el sector de la salud, que incluye las categorías farmacéutica y de tecnologías médicas, ascendieron solo a un 0,52% de las otorgadas a nivel mundial. Si bien se observa un constante incremento en esta participación en el campo de las tecnologías farmacéuticas, ello solo ha permitido alcanzar un número de 314 patentes otorgadas, un 0,8% del total mundial en 2019.

Cuadro II.1

Patentes mundiales y de América Latina y el Caribe en áreas de la salud, 1980-2019

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Patentes farmacéuticas en el mundo	7 374	9 982	9 408	12 397	14 748	21 455	29 038	38 830	39 245
Patentes farmacéuticas en América Latina y el Caribe	34	43	21	37	66	125	174	304	314
Porcentaje	0,46	0,43	0,22	0,30	0,45	0,58	0,60	0,78	0,80
Patentes de tecnologías médicas en el mundo	7 177	10 678	12 865	15 206	18 592	24 573	36 499	56 486	72 152
Patentes de tecnologías médicas en América Latina y el Caribe	56	33	64	39	73	247	295	213	266
Porcentaje	0,78	0,31	0,50	0,26	0,39	1,01	0,81	0,38	0,37
Patentes de salud en el mundo	14 551	20 660	22 273	27 603	33 340	46 028	65 537	95 316	111 397
Patentes de salud en América Latina y el Caribe	90	76	85	76	139	372	469	517	580
Porcentaje	0,62	0,37	0,38	0,28	0,42	0,81	0,72	0,54	0,52

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), "Estadísticas de propiedad intelectual" [en línea] <https://www.wipo.int/ipstats/es/>.

Este bajo nivel de patentamiento es resultado directo de la desvinculación existente entre los núcleos de investigación de la región y las empresas del sector. Ello se relaciona, por una parte, con los escasos incentivos que históricamente han existido en universidades e institutos tecnológicos para patentar. Por otra parte, tiene que ver con el posicionamiento de las empresas farmacéuticas que producen en la región, que se han especializado cada vez más en los productos genéricos, cuyas patentes han caducado. Estas empresas no suelen tener la capacidad para desplegar el tipo de esfuerzos que se necesitan para perseguir la introducción de productos innovadores a escala mundial.

En distintos países se observa la existencia de núcleos de capacidades de investigación no exclusivamente universitarios. Al contar con financiamientos basales públicos, han podido desarrollar proyectos de investigación con horizontes de ejecución y escalas de recursos que los han acercado a las fases de producción. En esta categoría cabe incluir laboratorios públicos de larga tradición y con capacidad de producción, como el Instituto Butantan y la Fundación Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) en el Brasil, el Instituto Leloir y la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud Dr. Carlos G. Malbrán (ANLIS) en la Argentina y el Institut Pasteur en el Uruguay, o fundaciones privadas como la Fundación Ciencia & Vida en Chile.

Estas entidades han sido esenciales en la introducción de productos tales como vacunas, la incubación de empresas emergentes y el desarrollo de capacidades, lo que ha demostrado ser una importante fuente de conocimientos en situaciones como la que ha planteado la irrupción del COVID-19. En la Argentina, el Brasil, Chile y el Uruguay, se observa la creación de este tipo de empresas con el propósito de introducir productos o servicios innovadores en los mercados (véase el recuadro II.1). No obstante, muchas de estas empresas enfrentan serios obstáculos para pasar a una fase de producción en régimen o internacionalizarse.

Recuadro II.1

Argentina: pionera en la producción biotecnológica por parte de empresas nacionales

Un elemento distintivo de la industria farmacéutica argentina en la actualidad es la presencia de empresas privadas asociadas a los grandes grupos farmacéuticos nacionales en la producción y exportación de medicamentos biosimilares. Ello se explica en gran parte por el desarrollo temprano —previo a la adhesión a las normas del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) en el año 2000— de la producción y exportación de estos productos, lo que permitió el aprendizaje por parte de las empresas y de las autoridades regulatorias, en un campo reconocidamente complejo. Un segundo aspecto a considerar es el importante apoyo público a la investigación básica y aplicada en estos campos, que ha permitido la formación de personal de alta calificación y el surgimiento (fundamentalmente en los últimos diez años) de un importante número de empresas emergentes de base tecnológica que prestan servicios o que han sido adquiridas por los grupos farmacéuticos del país. Lavarello, Gutman y Sztulwark (2018) estiman en 60 las empresas biofarmacéuticas que operaban en la Argentina en 2015, de las cuales 40 realizaban actividades de I+D y 6 producían principios activos, 4 de ellas asociadas a grandes empresas farmacéuticas. Había un total de 23 empresas emergentes, creadas a partir de la década de 2000 con apoyo de las políticas públicas de emprendimiento innovador. A la fecha del estudio, esas empresas aún no contaban con producción comercial.

Cabe mencionar también las alianzas de empresas argentinas con empresas transnacionales para la producción de vacunas. Tal es el caso de Sinergium Biotech, que ha establecido acuerdos con Novartis y con el grupo australiano CSL para la producción de vacunas contra la influenza A, y luego con Pfizer para producir la vacuna neumocócica conjugada y con MSD para la producción de la vacuna tetravalente contra el virus del papiloma humano. Más recientemente, destaca el acuerdo de mAbxience, del Grupo Insud, con AstraZeneca para producir vacunas contra el COVID-19.

Fuente: P. Lavarello, G. Gutman y S. Sztulwark, *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000*, Buenos Aires, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)/Editorial Libro Punto, 2018 y C. Sweet, "Innovation in a time of crisis", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito, 2021.

Los sistemas reguladores son los responsables de garantizar que los medicamentos y dispositivos médicos que se producen o comercializan en un país cumplan los requisitos mínimos de seguridad, calidad y eficacia. La situación de las capacidades de regulación sanitaria en la región es heterogénea. Según una evaluación de la OPS (2020), de 33 países miembros de la región, 6 países cuentan con autoridades reguladoras nacionales de referencia regional, 13 tienen las bases jurídicas y estructuras orgánicas necesarias para contar con un sistema regulatorio integral, 7 poseen algunas de las bases jurídicas y estructuras orgánicas necesarias, y otros 7 no disponen de dichas capacidades. Existe además una correlación positiva entre el tamaño de los países y su capacidad reguladora.

A pesar de ciertos avances, impulsados entre otros por la Red Panamericana para la Armonización de la Reglamentación Farmacéutica (Red PARF) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el insuficiente nivel de coordinación regulatoria continúa siendo un obstáculo. Al analizar el desempeño de la industria de dispositivos médicos en la Argentina y el Brasil, Drucaroff (2021) reporta el juicio unánime de los productores de ambos países en cuanto al efecto debilitador de la falta de una estrategia integrada en torno al MERCOSUR que incorpore el establecimiento de mecanismos de coordinación regulatoria entre las agencias de ambos países. Un esfuerzo de aceleración de la convergencia regulatoria parece un requisito ineludible para robustecer los sistemas de innovación de las industrias de la salud en la región.

C. Políticas de ciencia, tecnología e innovación

Las políticas dedicadas a promover la ciencia, la tecnología y la innovación, en el contexto de la industria de la salud, se insertan en el marco general de la política científico-tecnológica en los países de América Latina y el Caribe. De este modo, heredan sus fortalezas y debilidades.

1. Apoyo a la investigación básica y la infraestructura científica-tecnológica

Los países de la región cuentan con mecanismos de mantenimiento y desarrollo de capacidades de investigación. En estos mecanismos se combina el financiamiento permanente de una base de investigadores que forman parte de universidades o centros de investigación públicos (o reconocidos como de interés público) con fondos concursables que financian proyectos de investigación.

En varios países se han establecido convocatorias temáticas orientadas a las ciencias de la vida, con el propósito de garantizar volúmenes mínimos de recursos para esta área. Ello ocurre en la Argentina (Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) Biotecnología), el Brasil (Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq)-Biotecnología), México (Food Safety Integral Systems (FOSISS)) y el Uruguay (Fondo Sectorial de Salud-Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII)), entre otros. Este tipo de convocatoria representa un avance en el sentido de que proporciona a los investigadores un mayor grado de seguridad del financiamiento en sus áreas de interés, lo que permite realizar apuestas de investigación más costosas y de desarrollo más prolongado. Sin embargo, al no estar orientada desde su origen al abordaje tecnológico de ciertos desafíos específicos, no siempre contribuye a crear masas críticas de investigadores en esferas prioritarias para los países.

2. Laboratorios nacionales

Algunos países de América Latina y el Caribe cuentan con laboratorios nacionales cuya principal misión consiste en contribuir a la prevención y control de enfermedades mediante actividades de investigación y desarrollo, producción de vacunas y medicamentos y prestación de servicios tecnológicos.

Algunos de ellos se establecieron a principios del siglo XX. Tal es el caso de la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz) y el Instituto Butantan en el Brasil. Posteriormente se establecieron otros, como el Instituto Leloir en la Argentina o el Instituto Bacteriológico de Chile. Estas entidades tienen la capacidad de hacer importantes contribuciones al desarrollo de vacunas y tratamientos contra distintas afecciones de alto impacto en la región. La aplicación de políticas de reducción de las actividades de los Estados a partir de la década de 1970 en distintos países hizo que se interrumpieran algunas de las actividades desarrolladas por estos centros y debilitó sus capacidades. Por ejemplo, en gran parte de ellos se interrumpió la producción de vacunas⁵. En otros casos, como el del Brasil, se mantuvo la capacidad de investigación y producción. Ahora es posible aquilatar el valor de esa decisión, dada la irrupción de la pandemia de COVID-19, toda vez que ha permitido a este país llevar a cabo un masivo proceso de vacunación contra el virus.

Entre las tendencias recientes de fortalecimiento de las capacidades permanentes de investigación pública cabe destacar la creación, en colaboración con el Gobierno de Francia, del Institut Pasteur del Uruguay, que permite al país contar con plataformas en diversos campos de la investigación biomédica.

3. Incentivos financieros a la innovación empresarial: subsidios y créditos tributarios

A los efectos de promover la innovación empresarial en América Latina y el Caribe, muchos países han establecido líneas de financiamiento no reembolsable (subsidios) o créditos tributarios que contribuyen al financiamiento parcial de proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

Este tipo de instrumento constituye la principal fuente de apoyo a proyectos de investigación, desarrollo e innovación de empresas de las industrias de la salud en América Latina y el Caribe. En países como la Argentina y el Brasil, que cuentan con una base de empresas farmacéuticas y biotecnológicas nacionales, un volumen importante de recursos fiscales se ha canalizado hacia estos sectores (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2018).

Una variante relevante de estos mecanismos la constituye el establecimiento de fondos de apoyo a la innovación en las industrias de la salud. A la vez que mantienen el carácter competitivo en el proceso de asignación, estos fondos reservan recursos para destinarlos exclusivamente a este sector. La Argentina ha implementado unas líneas con fines muy específicos a través de los fondos sectoriales FONARSEC, y el Brasil, líneas como Inova Saúde. En el caso argentino, este conjunto de políticas “ha facilitado a varias empresas nacionales el acceso a un financiamiento (si bien parcial) para el desarrollo de algunas de las etapas de la cadena de valor biotecnológica. A pesar de que estas políticas fueron inicialmente horizontales, en el otorgamiento de los fondos sectoriales se fue generando una selectividad de hecho en las mayores empresas/grupos biotecnológicos nacionales del país con claras ventajas organizacionales y competitivas previas” (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2018).

4. Apoyo al emprendimiento innovador

Las políticas de apoyo a la innovación en América Latina y el Caribe han fortalecido de manera significativa su apoyo al emprendimiento de base tecnológica en la última década (OCDE, 2016a). Las líneas de financiamiento reembolsable, o de “capital semilla”, que surgen en Chile (CORFO) y el Brasil en la década de 2000, se han extendido en el continente con casos como los de EMPRETECNO en la Argentina, FIT-CONACYT (México), INNPulsa (Colombia) y ANII-Emprendedores Innovadores en el Uruguay, entre otras. Estas líneas han encontrado un terreno fértil en el campo de las industrias de la salud para la creación de empresas emergentes, como resultado natural del aumento de las iniciativas de investigación básica y aplicada en universidades e institutos tecnológicos descritas anteriormente. En el Uruguay en 2020, un 24% de los emprendimientos aprobados por la ANII corresponden al rubro de “salud humana y animal (incluida farmacéutica)”. En el caso de Chile, un estudio

⁵ En 2003 se interrumpió la producción de vacunas en el Instituto de Salud Pública de Chile, heredero del Instituto Bacteriológico, entidad que incluso había introducido innovaciones de alcance mundial, como la vacuna Fuenzalida-Palacios contra la rabia humana y canina.

reciente (Consultora EMATRIS, 2020) permitió registrar más de 300 de estas empresas de base tecnológica de reciente creación, 16 de las cuales se inscribieron en el sector de industria química y farmacéutica y otras 39, en el sector de servicios de salud, es decir, un 18,3% del total.

No obstante estos esfuerzos, algunos estudios relacionados con países como Chile (EMATRIS, 2020; Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2019) indican que las posibilidades de escalamiento productivo de las empresas emergentes de base tecnológica siguen estando limitadas por la falta de instrumentos financieros eficaces para ese propósito. Se observa que una proporción importante de las empresas emergentes que han logrado escalar lo han hecho mediante la atracción de capital en terceros países con mercados de capital de riesgo más desarrollados, o mediante adquisiciones de empresas nacionales o internacionales de mayor tamaño.

D. Ciencia, tecnología e innovación ante el desafío del COVID-19

Ante la inesperada irrupción de la pandemia de COVID-19, los ecosistemas de ciencia, tecnología e innovación en el ámbito de las industrias de la salud movilizaron sus capacidades para contribuir a la respuesta ante la crisis. Los gobiernos, mediante los esfuerzos integrados de los Ministerios de Salud Pública y las autoridades encargadas de la política de ciencia, tecnología e innovación, asumieron el liderazgo en la tarea. Con ese fin, utilizaron de manera flexible los instrumentos disponibles para diseñar y ejecutar acciones tendientes a controlar el contagio, atender a la población enferma y poner a disposición de los países respuestas de más largo plazo al problema. La eficacia de ese enfoque ha dependido, naturalmente, de la calidad de las respuestas gubernamentales al más alto nivel, pero también de la robustez y sofisticación que estos ecosistemas hayan alcanzado en cada país.

1. Asesoría científica en el diseño de políticas y en la comunicación con la población

En prácticamente todos los países de la región se han constituido comités o consejos científicos especializados para enfrentar las distintas dimensiones de la crisis. El nivel de incertidumbre que ha caracterizado la evolución de la pandemia, asociado a la novedad del virus que la provocó y sus variantes, así como la inexistencia de información previa sobre su conducta, ha demostrado la importancia de contar con capacidades académicas de alta calidad en los países. También se ha demostrado el valor de su integración a las redes internacionales que han permitido canalizar oportunamente información y juicio técnico para fundamentar decisiones de política ineludiblemente riesgosas.

Las comunidades científicas de los países también han desempeñado un papel muy importante de divulgación a la ciudadanía acerca del virus y sus peligros, mediante la provisión de consejos confiables acerca de cómo actuar en estas inéditas circunstancias. Pocas veces los ciudadanos de los países de la región habían tenido un contacto tan cotidiano y directo con sus científicos, lo que sin duda traerá efectos de legitimación social del rol de estas comunidades y de su contribución a la sociedad.

También es de destacar la incorporación de los especialistas en ciencias de datos en las tareas de construcción de bases de información actualizadas en tiempo real y de extracción de patrones y recomendaciones para el diseño de estrategias epidemiológicas.

2. Convocatorias de iniciativas de innovación y emprendimiento para enfrentar la pandemia

A semanas de haberse declarado la emergencia sanitaria, las autoridades de la política de ciencia, tecnología e innovación de varios países de la región lanzaron convocatorias para el financiamiento de proyectos que permitieran enfrentar tanto las causas como los efectos de la pandemia. Para ello debieron modificar sus modelos de base y, sobre todo, establecer mecanismos acelerados de evaluación y selección de proyectos, lo que naturalmente exigió un redireccionamiento de los recursos financieros para volcarlos en estos propósitos.

Estas convocatorias asumieron distintas modalidades, entre otras, convocatorias amplias para financiar proyectos de investigación; desafíos temáticos para contribuir a enfrentar problemas específicos de la pandemia, como los implementados por la ANII en el Uruguay, y maratones de diseño de programas informáticos (*hackathons*) para estimular soluciones innovadoras concretas a problemas específicos de la crisis en países como Colombia, el Ecuador, la Argentina y Chile. Cabe destacar que, a diferencia de las convocatorias usuales, en este caso la orientación estaba dirigida a la obtención de resultados concretos. Es posible que esa característica incida en la diversificación futura de las modalidades de apoyo a la investigación, el desarrollo y la innovación en estos países, con miras al cumplimiento de objetivos o desafíos específicos.

3. Desarrollo acelerado de dispositivos y servicios críticos para cerrar brechas de abastecimiento

Frente a la falta de ciertos dispositivos médicos, como respiradores mecánicos, pruebas de diagnóstico o insumos, cuyas cadenas de abastecimiento estaban bloqueadas, varios países de la región comenzaron a promover el desarrollo de soluciones locales a esas necesidades. A tal efecto se realizaron convocatorias focalizadas de investigación, desarrollo e innovación⁶, como sucedió con los respiradores. También se recurrió a laboratorios públicos, como en el caso del desarrollo de pruebas de anticuerpos del Instituto Leloir en la Argentina. En el Brasil se aportaron créditos para la reconversión productiva y la producción de dispositivos médicos por la entidad Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), una empresa pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) (Acciones FINEP Emergencia COVID-19).

Al mismo tiempo debe destacarse la respuesta de empresas privadas que ya contaban con capacidades de producción de equipos o con soluciones tecnológicas cuya demanda aumentó de repente y debieron incrementar sus capacidades de producción. Es el caso de Tecme en la Argentina y de Magnamed en el Brasil en el campo de los respiradores mecánicos, o de GenoSur de Chile, dedicado a la producción de dispositivos para la toma y transporte de muestras para la detección del COVID-19.

Estas y otras experiencias permiten calibrar la importancia de contar con capacidades de producción local para robustecer la seguridad. También es importante aprovechar las situaciones de crisis para probar nuevos enfoques en materia de diseño y ejecución de políticas de innovación, orientándolas al abordaje de los desafíos que afronta el país.

4. Fortalecimiento de redes de laboratorios para procesamiento de pruebas de diagnóstico

El enfrentamiento eficaz de la pandemia ha creado una gran demanda de servicios de diagnóstico del contagio que funcionen en tiempo real. Para suplirla, ha sido necesario realizar un gran esfuerzo de puesta en operación de laboratorios con capacidad de procesar pruebas de diagnóstico que permitan determinar la presencia del virus en pacientes sintomáticos.

⁶ Ejemplos de esto son los desafíos para el desarrollo de análisis serológicos y kits de diagnóstico patrocinados por la ANII en el Uruguay.

Lo anterior no solo requirió incrementar las capacidades de análisis, sino también desplegar la red de laboratorios en toda la geografía de los países, con el fin de identificar oportunamente brotes de contagio y caracterizar su evolución. A tal efecto, los gobiernos llevaron a cabo iniciativas destinadas a dotar a hospitales, centros universitarios, institutos públicos de investigación y clínicas o laboratorios privados de las capacidades necesarias para realizar de manera confiable y oportuna las pruebas de diagnóstico o de anticuerpos. Se procuró aprovechar la preexistencia de capacidades técnicas y complementarlas con equipamiento adecuado. Como es natural, aquellos países que contaban con mejores infraestructuras tecnológicas distribuidas en sus territorios pudieron resolver este desafío con mayor rapidez. Ello constituye una advertencia acerca de la necesidad de contar con una dotación básica de este tipo de capacidades para poder enfrentar otras emergencias sanitarias similares a la del COVID-19.

5. Realización de ensayos clínicos de vacunas contra el COVID-19

Varios países de la región han participado en ensayos clínicos de alcance mundial de las vacunas creadas para enfrentar el COVID-19. Estos países contaban con experiencia en esas materias y habían desarrollado capacidades técnicas y logísticas adecuadas para la ejecución de los ensayos. En algunos casos también contaban con las capacidades científicas necesarias para analizar los resultados de los ensayos y extraer conclusiones. Otro requisito para ello fue que las agencias reguladoras de salud de los respectivos países ajustaran sus procedimientos con el fin de acelerar la revisión de antecedentes para el otorgamiento de las aprobaciones correspondientes.

Hasta el 27 de agosto de 2021, la región había participado en 614 ensayos clínicos (en sus cuatro fases) y 230 estudios observacionales relacionados con el COVID-19, es decir, en el 7,6% del total mundial⁷. Los estudios han sido realizados por una amplia gama de actores, incluidas empresas farmacéuticas transnacionales, dependencias de investigación de universidades, hospitales y productores regionales de vacunas, lo que demuestra la amplitud de la experiencia existente en la región. Sin embargo, en general se ha tratado de estudios a pequeña escala y fragmentados (Carracedo y otros, 2020).

6. Desarrollo y producción de vacunas

Las decisiones que se adoptaron durante la década de 2000 de poner fin a las actividades de investigación y producción de vacunas crearon una brecha de capacidades entre la región y otros países desarrollados y en desarrollo, cuyos impactos se hicieron sentir al sobrevenir la pandemia. A fines de agosto de 2021 ninguna de las vacunas aprobadas en la lista de emergencia de la OMS había sido desarrollada en América Latina y el Caribe. La estrategia implementada de suplir la falta de producción local mediante el abastecimiento de vacunas a partir de arreglos multilaterales como el mecanismo COVAX y la Alianza Gavi mostró sus límites cuando se incumplieron los compromisos de envío de los productores indios a causa de las restricciones a la exportación impuestas por su Gobierno. Para enfrentar el problema, gran parte de los gobiernos debieron recurrir a arreglos comerciales bilaterales con los distintos proveedores de vacunas aprobadas. Ello ha entrañado mayores costos financieros y, lo que es más importante aún, ha puesto de relieve las limitaciones para llevar a cabo procesos de vacunación a la velocidad observada en países que cuentan con capacidades de investigación y producción.

En agosto de 2021 solo tres países (Cuba, Brasil y México) estaban ejecutando proyectos de desarrollo de vacunas en fase de ensayos clínicos, si bien existen proyectos en otros países en fase preclínica. En Cuba, el Instituto Finlay de Vacunas y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología contaban con cinco proyectos de vacunas en desarrollo. Con dos de esas vacunas (Abdala y Soberana 2) se estaban realizando ensayos clínicos de fase 3. El Instituto Butantan del Brasil se encontraba realizando ensayos clínicos combinados de fase 1 y 2 de su vacuna ButanVac. Por su parte, en México, la empresa Avimex estaba participando en el desarrollo de una vacuna creada por la Escuela de Medicina Icahn de Mount Sinai y la Universidad de Texas, que se encuentra en la fase 1.

⁷ Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Plataforma de Registros Internacionales de Ensayos Clínicos [en línea] <https://www.who.int/clinical-trials-registry-platform>.

En la región, la producción de vacunas desarrolladas localmente se circunscribe a la realizada en Cuba y también en el Brasil (por el Instituto Butantan). En este país también se producen la vacuna china Sinovac y la vacuna anglosueca de AstraZeneca. En la Argentina, el Laboratorio Richmond produce la vacuna rusa Sputnik y la empresa mAbxience produce la vacuna de AstraZeneca, que es envasada en México por el Laboratorio Lamont (México). Por último, en México la empresa Drugmex produce la vacuna china Convidecia.

E. Recomendaciones de política de ciencia, tecnología e innovación para fortalecer las industrias de la salud

El desafío que ha representado para los países de América Latina y el Caribe la llegada del COVID-19 ha dado origen a un proceso de reevaluación de las opciones estratégicas que gran parte de ellos impulsaron desde mediados de la década de 1990. Desde entonces se había impuesto la tendencia a confiar en el abastecimiento externo como fuente privilegiada para suplirse de medicamentos y dispositivos médicos. A raíz de la pandemia, se ha establecido claramente una nueva prioridad de fortalecimiento de las capacidades nacionales y regionales de las industrias de la salud, con la aprobación unánime por parte de los países miembros de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), en septiembre de 2021, del Plan de Autosuficiencia Sanitaria para América Latina y el Caribe elaborado y propuesto por la CEPAL (2021).

El avance hacia el cumplimiento del objetivo de autosuficiencia sanitaria exige un esfuerzo de gran envergadura a nivel nacional y regional. Ello guarda relación con múltiples rasgos ya mencionados de estas industrias: i) la centralidad de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desempeño de esta industria y las diferencias existentes entre las capacidades disponibles en este plano entre los países de la región y los que están más avanzados; ii) el carácter acumulativo de la formación de conocimiento científico, tecnológico y productivo, que exige iniciativas de política coherentes y a largo plazo; iii) la multiplicidad de actores públicos, privados y de instituciones del conocimiento que interactúan con objetivos diversos, lo que conlleva un esfuerzo permanente de alineamiento, y iv) la existencia de importantes economías de escala en la producción, lo que pone de relieve la importancia de esfuerzos encaminados a ampliar el acceso a los mercados regionales para ser competitivos con los grandes productores mundiales.

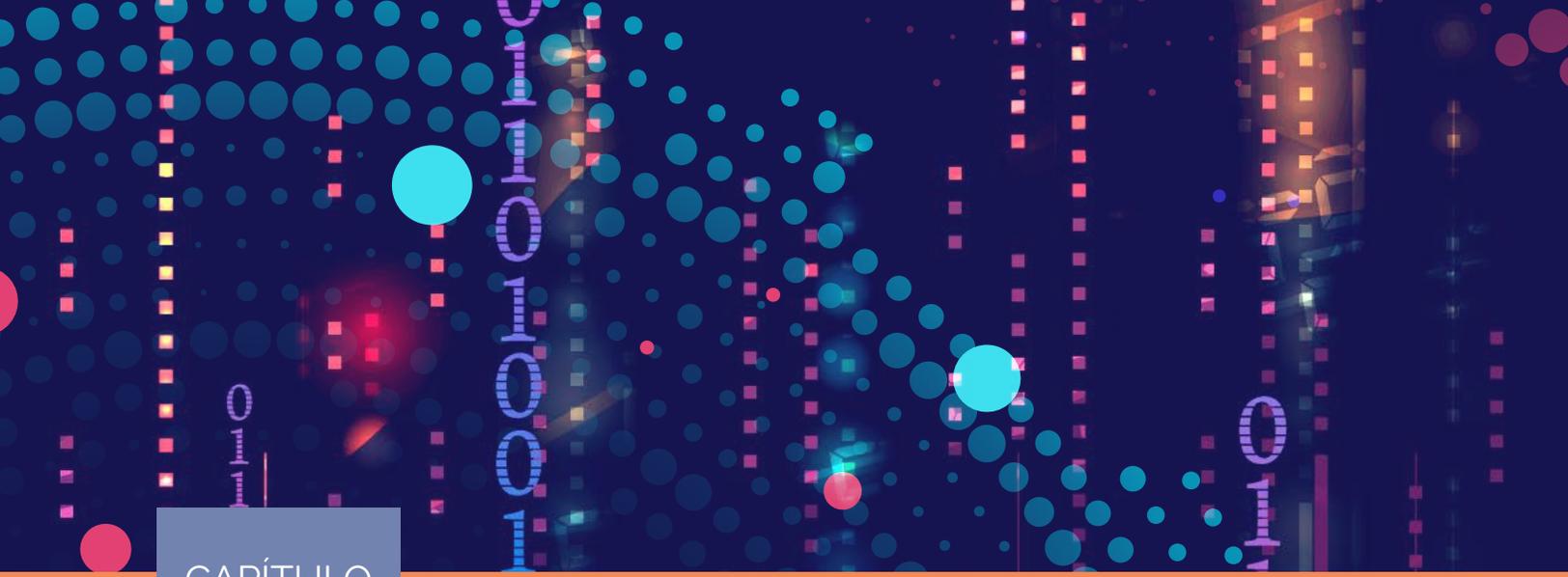
De lo anterior se desprende que, para avanzar en la conformación de sistemas de innovación asociados a las industrias de la salud que contribuyan a la resiliencia de los países ante situaciones como la creada por el COVID-19, será necesario combinar esfuerzos de política a nivel nacional con iniciativas de colaboración entre los países de la región.

Existe un margen para avanzar en la aplicación de políticas de innovación en la industria de la salud a nivel nacional. Para ello se propone: 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; v) mejorar los procesos de patentamiento, registro y aprobación de productos y procesos, y vi) monitorear las adquisiciones en el proceso de innovación de las industrias de la salud.

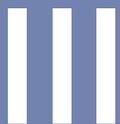
Por otra parte, a fin de fortalecer la colaboración regional, se proponen las siguientes medidas: i) elaborar programas de innovación orientados a resolver problemas o desafíos regionales y ejecutados por consorcios transnacionales regionales; ii) impulsar el proceso de integración formativa y el intercambio 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 las 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.

Bibliografía

- Carracedo, S. y otros (2020), "El panorama de los ensayos clínicos sobre COVID-19 en América Latina y el Caribe: evaluación y desafíos", *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 44.
- 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.
- Consoli, D. y A. Mina (2009), "An evolutionary perspective on health innovation systems", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 19, N° 2.
- Consultora EMATRIS (2020), *Caracterización de los emprendimientos y empresas de base científica tecnológica en Chile. Informe Final*, Santiago, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación/Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile.
- Drucaroff, S. (2021), "Estudio para determinar la capacidad de producción de insumos y equipos críticos en la industria de la salud en Argentina y Brasil, dentro del contexto del COVID-19", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.
- 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.
- Gutman, G. y P. Lavarello (2018), "La emergencia de la industria biofarmacéutica argentina: política industrial y marco regulatorio durante los 2000", *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000*, P. Lavarello, G. Gutman y S. Sztulwark, Buenos Aires, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)/Editorial Libro Punto.
- ___(2016), "Política industrial en el sector biofarmacéutico en la Argentina durante los años 2000", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.
- IQVIA (2019), "The Rise of Global Medical Technology" [en línea] <https://www.iqvia.com/locations/belgium/newsroom/2019/03/the-rise-of-global-medical-technology>.
- Lavarello, P., G. Gutman y S. Sztulwark (2018), *Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000*, Buenos Aires, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)/Editorial Libro Punto.
- Lavarello, P. y otros (2021), "Imitación creativa frente a las oportunidades de la farmabiotecnología: enseñanza de experiencias nacionales de industrialización (muy) tardía", *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 19.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2018), *Pharmaceutical Innovation and Access to Medicines*, OECD Health Policy Studies, París, OECD Publishing.
- ___(2016a), *Start-up Latin America 2016: Building an Innovative Future*, Development Centre Studies, París, OECD Publishing.
- ___(2016b), Trade in Value Added (TiVA) [base de datos en línea] https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TIVA_2018_C4.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2020), "Modelos de sistemas regulatorios para estados y mercados pequeños con recursos limitados. Nota conceptual y recomendaciones", *IX Conferencia de la Red Panamericana para la Armonización de la Reglamentación Farmacéutica (Red PARF)*. San Salvador, 24 al 26 de octubre del 2018, Washington, D.C.
- Sweet, C. (2021), "Innovation in a time of crisis", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.



CAPÍTULO



Tecnologías digitales para el desarrollo

- A. América Latina y el Caribe frente a la transformación digital
- B. Respuestas innovadoras en materia digital frente a la pandemia
- C. Líneas de acción estratégicas para una transformación digital inclusiva

Bibliografía

La revolución digital está transformando la economía y la sociedad de manera acelerada. Se está gestando una nueva era, caracterizada por la transformación de los modelos de interacción social, de consumo y de producción. Entre otros factores, esa transformación se basa en la adopción e integración combinada de tecnologías digitales avanzadas, tales como las redes móviles de quinta generación (5G), la Internet de las cosas, la computación en la nube, la inteligencia artificial, el análisis de macrodatos y la robótica.

El desarrollo digital tiene el potencial de aumentar el bienestar de las personas, la productividad de las empresas, la eficiencia y la eficacia de los Estados y la sostenibilidad medioambiental, como resultado de la sinergia de sus tres dimensiones: la economía conectada, la economía digital y la economía digitalizada (CEPAL, 2021a):

- i) Economía conectada: se caracteriza por el despliegue de infraestructura digital (redes de banda ancha, puntos de intercambio de tráfico, centros de datos, entre otras cosas) y la masificación del uso de Internet mediante diversos tipos de dispositivos (computadoras de escritorio o portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes), a los que ahora se suman sensores de todo tipo que marcan el paso de la conexión de las personas a la de las máquinas.
- ii) Economía digital: es aquella parte de la producción económica derivada principalmente de modelos de negocios basados en tecnologías digitales para la oferta de bienes y servicios (Bukht y Heeks, 2017). Estos modelos de plataformas digitales cambian la propuesta de valor en diversos sectores económicos y propician la generación y la recopilación de datos¹. Al tratarse de datos procesados y analizados con inteligencia artificial, es posible mejorar los procesos de decisión y crear valor mediante la optimización de los procesos operativos, la segmentación de los mercados y la personalización y transformación de los productos y servicios.
- iii) Economía digitalizada: se da cuando, mediante la adopción de tecnologías avanzadas, los agentes de las industrias tradicionales cambian sus modelos de negocios y producción más allá de su mera optimización, hasta la reconfiguración de sus cadenas de valor y la transformación de sus productos y servicios, con efectos disruptivos en la organización industrial (véase el diagrama III.1).

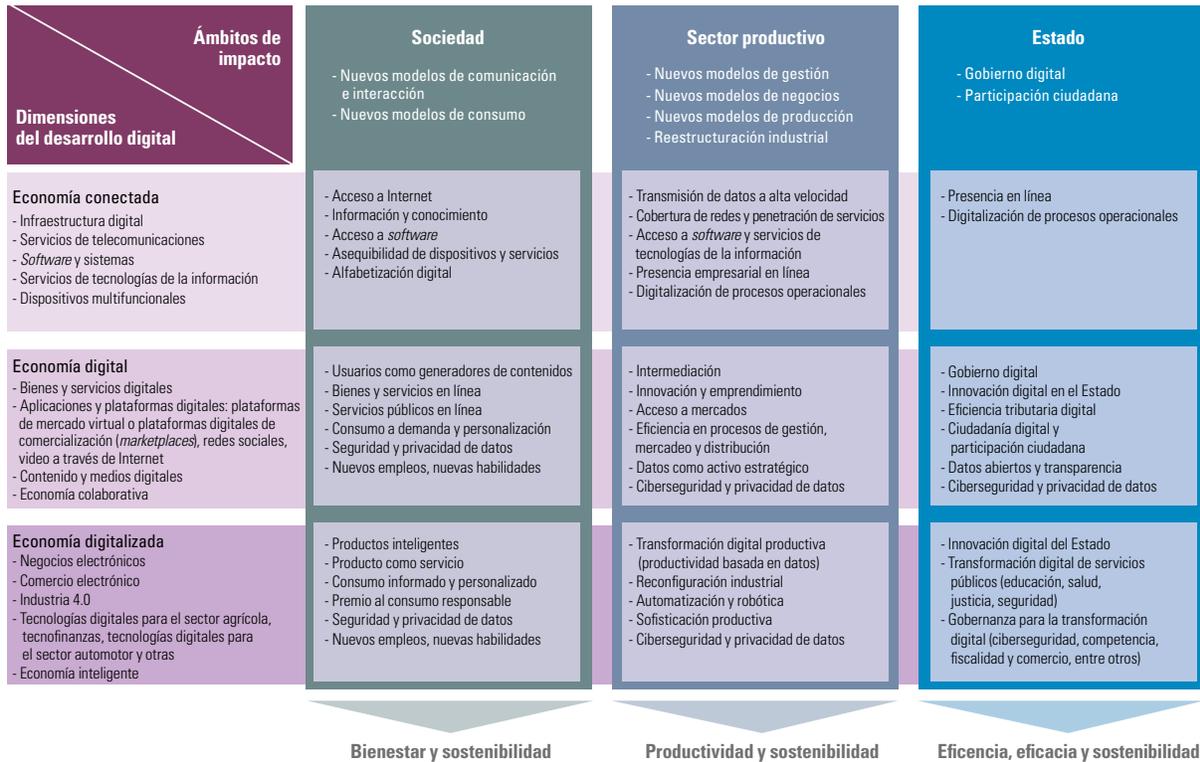
El impacto de la digitalización no es automático ni homogéneo entre los distintos países, empresas o personas. Los beneficios potenciales de la digitalización en el crecimiento, el bienestar y la sostenibilidad dependerán de factores tales como el grado de adopción tecnológica, las capacidades de las personas, la estructura productiva y una gobernanza que atienda los retos emergentes. Entre estos retos cabe mencionar la concentración del mercado, la ciberseguridad, el empleo y la automatización, la privacidad, la seguridad de los datos personales y la tributación digital.

Sin una perspectiva integral de la digitalización, los efectos positivos podrían transformarse en factores adversos en términos de concentración y desigualdad. Por ejemplo, importantes segmentos vulnerables de la sociedad podrían verse privados de servicios en línea de diversa índole, o los niveles de empleo podrían verse afectados debido a la falta de habilidades digitales. También podrían profundizarse las brechas productivas entre las empresas grandes y las pequeñas, lo que limitaría incluso su capacidad de crear vínculos comerciales, tecnológicos y productivos. Esto es particularmente relevante en el caso de países como los de América Latina y el Caribe, que se encuentran en un proceso de transición al desarrollo. En esa transición, la baja productividad, la alta vulnerabilidad social, la debilidad institucional y la insostenibilidad ambiental constituyen aún problemas no resueltos que se erigen como verdaderas trampas al desarrollo de la región (OCDE, 2020).

¹ En la actualidad, las plataformas digitales operan en múltiples sectores económicos y facilitan las transacciones de compraventa en línea (Amazon, Alibaba o Mercado Libre), los servicios financieros (Ant Group, Avant, Mercado Pago o Nubank), las comunicaciones y las redes sociales (Facebook, Instagram o WhatsApp), el turismo y el hospedaje (Despegar, Booking o Airbnb), el desarrollo de aplicaciones (para los sistemas operativos iOS de Apple y Android de Google), el encuentro entre la oferta y la demanda de empleo (Laborum, LinkedIn, Workana o Freelancer), entre otras.

Diagrama III.1

Dimensiones y elementos del desarrollo digital y sus efectos en la sociedad, el sector productivo y el Estado



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2021* (LC/PUB.2021/8-P), Santiago, 2021.

A. América Latina y el Caribe frente a la transformación digital

La pandemia de COVID-19 ha precipitado la transformación digital y su transversalización en el conjunto de la economía, con lo que se ha acentuado el vínculo entre la digitalización y el desarrollo. Las medidas de aislamiento y distanciamiento físico hicieron que se privilegiaran los canales en línea en diversas actividades, tanto comerciales como productivas y sociales. El COVID-19 ha puesto de relieve el potencial de las soluciones digitales para sustentar actividades de toda índole y contribuir al ejercicio de derechos fundamentales como la educación y la salud. A la vez, ha expuesto la importancia de las brechas digitales, tanto entre distintos países como dentro de cada país, como condicionantes de la inclusión social y el crecimiento económico.

1. La brecha de conectividad externa: la aún distante frontera tecnológica

En 2020, dos terceras partes de la población de América Latina y el Caribe eran usuarias de Internet. Este valor es significativamente menor que la penetración de un 88% registrada en Europa y de un 99% en América del Norte.

La telefonía móvil es clave en la masificación de la conectividad en los países de la región. En 2020 fue el principal medio de acceso a Internet, con un 62% de la población como usuaria de Internet móvil, en tanto

que solo el 14% contaba con acceso fijo. Dado que los suscriptores móviles únicos representan el 69% de la población, valor significativamente inferior al registrado en Europa, América del Norte y China, es urgente continuar realizando esfuerzos en materia de conectividad (véase el cuadro III.1).

Cuadro III.1

Indicadores de conectividad de la población, 2020

(En porcentajes)

	Suscriptores únicos móviles	Usuarios de Internet	Usuarios de Internet móvil	Smartphones
Europa	86	88	77	78
China	84	99	76	82
América del Norte	83	69	67	73
América Latina y el Caribe	69	76	62	72

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de GSMA Intelligence, 2021 e Internet World Stats [en línea] www.internetworldstats.com.

Nota: El concepto de suscriptor móvil único corresponde a una persona, que a su vez puede contabilizar varias conexiones móviles (es decir, varias tarjetas SIM).

En la región, más del 70% de las conexiones están asociadas a teléfonos inteligentes, lo que permite el uso de aplicaciones digitales de diversa funcionalidad. La adopción de este tipo de dispositivos está aumentando rápidamente como parte de una tendencia mundial, debido a su gran funcionalidad y su asequibilidad cada vez mayor, aunque para gran parte de la población continúan siendo costosos con relación a los niveles de ingresos.

Un determinante fundamental del uso de soluciones digitales es la velocidad de conexión. En muchos de los países de la región, la banda ancha móvil no alcanza velocidades de descarga que permitan realizar de manera simultánea varias actividades en línea que sean intensivas en datos. En julio de 2021, presentaban una velocidad de conexión inferior a los 25 Mbps (véase el gráfico III.1). Con velocidades de descarga cercanas a 18,5 Mbps se pueden realizar simultáneamente dos actividades básicas, como el correo electrónico, y una sola actividad de alta demanda de datos, como las de video o videoconferencia. Ello obliga a los usuarios a elegir entre teleeducación y teletrabajo, por ejemplo.

Gráfico III.1

Velocidades de descarga y requerimiento mínimo de Mbps según actividades realizadas en línea, usuarios o dispositivos conectados, julio de 2021

(En Mbps)

A. Banda ancha móvil

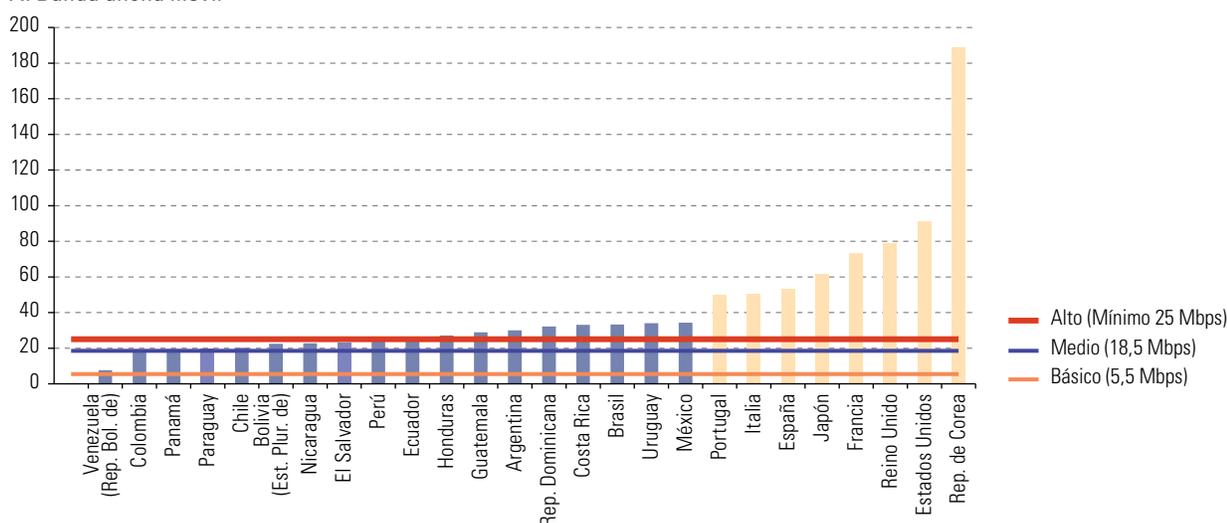
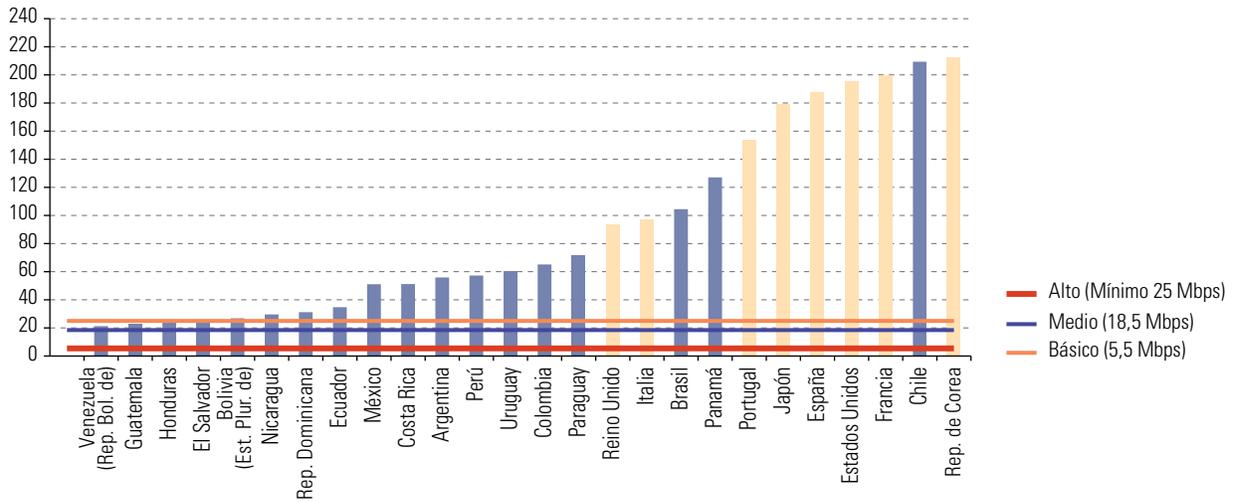


Gráfico III.1 (conclusión)

B. Banda ancha fija



Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA), sobre la base de Ookla Speedtest Global Index [en línea] <http://www.speedtest.net/global-index>.

La banda ancha móvil alcanza un mayor nivel de penetración en la población, pero con velocidades de descarga que solo permiten niveles medios de uso en cuanto a intensidad en el consumo de datos. La velocidad de descarga de la banda ancha móvil en América Latina y el Caribe muestra un rezago en comparación con los países más avanzados. En la mayoría de los países de la región se alcanzan velocidades cercanas a 25 Mbps, prácticamente un tercio de la de Europa y muy distante de los más de 180 Mbps que registra la República de Corea. En la modalidad de conexión fija, en muchos países se logran velocidades similares a las de los países europeos, aunque el diferencial en el interior de la región se multiplica por diez.

Persiste una gran heterogeneidad en la conectividad entre los distintos países de la región en cuanto al grado de penetración y de velocidad de acceso. Los niveles de penetración de la banda ancha fija en los hogares muestran una gran diferencia entre un país y otro: algunos superan el 70% de hogares conectados, pero otros no logran alcanzar el 25% del total. Con el acceso móvil se logra una mayor penetración del servicio en todos los casos y se supera el 50% en la mayoría de los países (véase el gráfico III.2).

Gráfico III.2

América Latina y el Caribe (19 países): penetración de Internet en la población y a nivel de hogares en países seleccionados, 2020

(En porcentajes)

A. Porcentaje de hogares con conexión de banda ancha fija

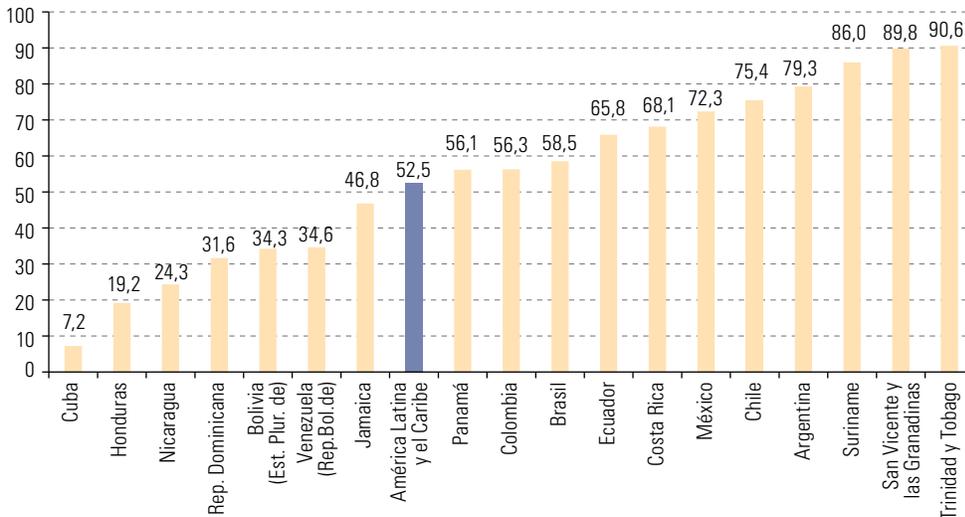
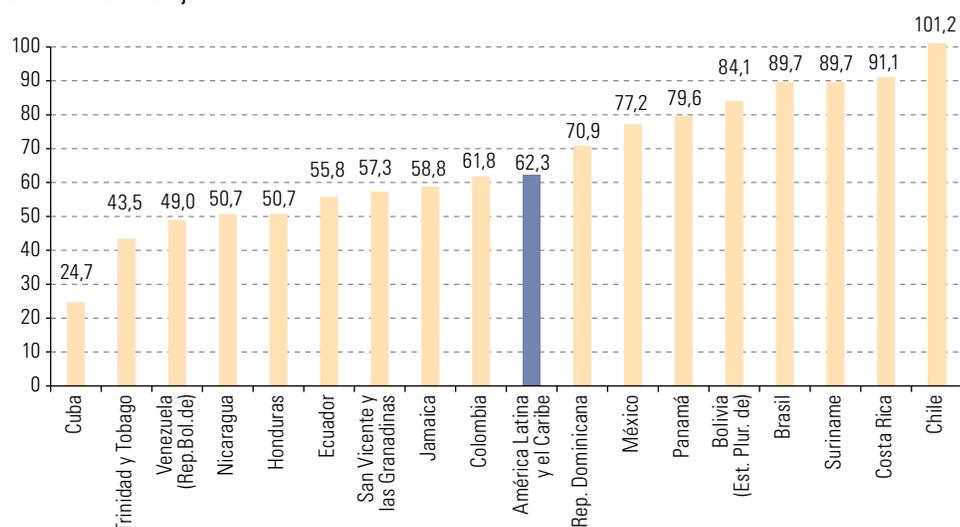


Gráfico III.2 (conclusión)

B. Banda ancha fija

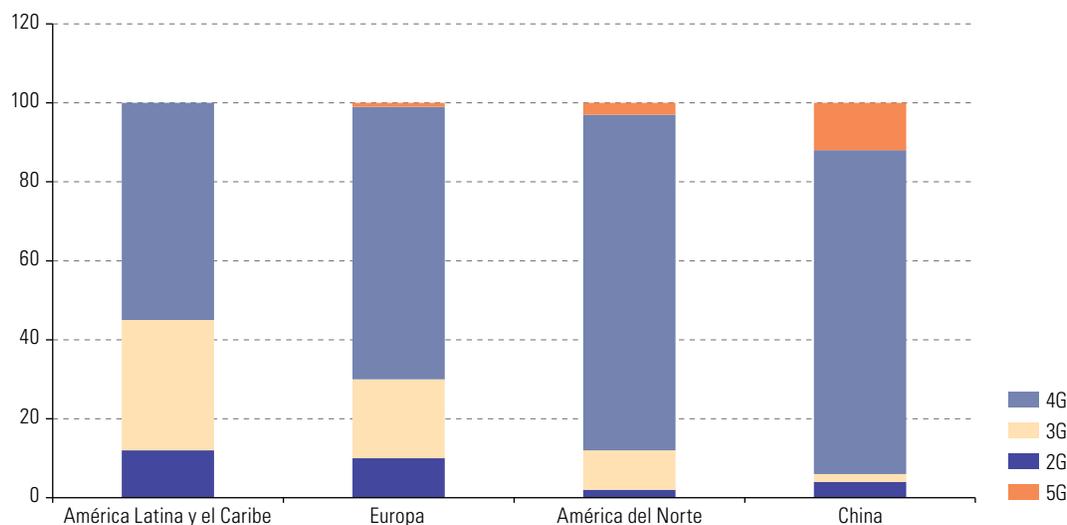


Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA), sobre la base de Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *World Telecommunications/ICT Indicators Database*, julio de 2021.

El avance de la región hacia una mayor transformación digital puede demorar debido a que quedan desafíos pendientes en la masificación del uso de las tecnologías maduras como la 4G (solamente el 55% de las conexiones móviles de la región son de 4G), al tiempo que se debe avanzar en la adopción de las nuevas tecnologías de la revolución digital, como la 5G y la Internet de las cosas (véase el gráfico III.3). La adopción de la 5G y sus aplicaciones serán clave para la competitividad de la industria, sobre todo en los sectores de minería y manufactura, y para ofrecer servicios públicos avanzados asociados con el desarrollo de ciudades inteligentes (CEPAL, 2021b).

Gráfico III.3

Conexiones móviles según tecnología, 2020
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de GSMA Intelligence, *The Mobile Economy 2021* [en línea] https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2021/07/GSMA_MobileEconomy2021_3.pdf.

Nota: Excluye las conexiones a la Internet de las cosas del tipo celular con licencia.

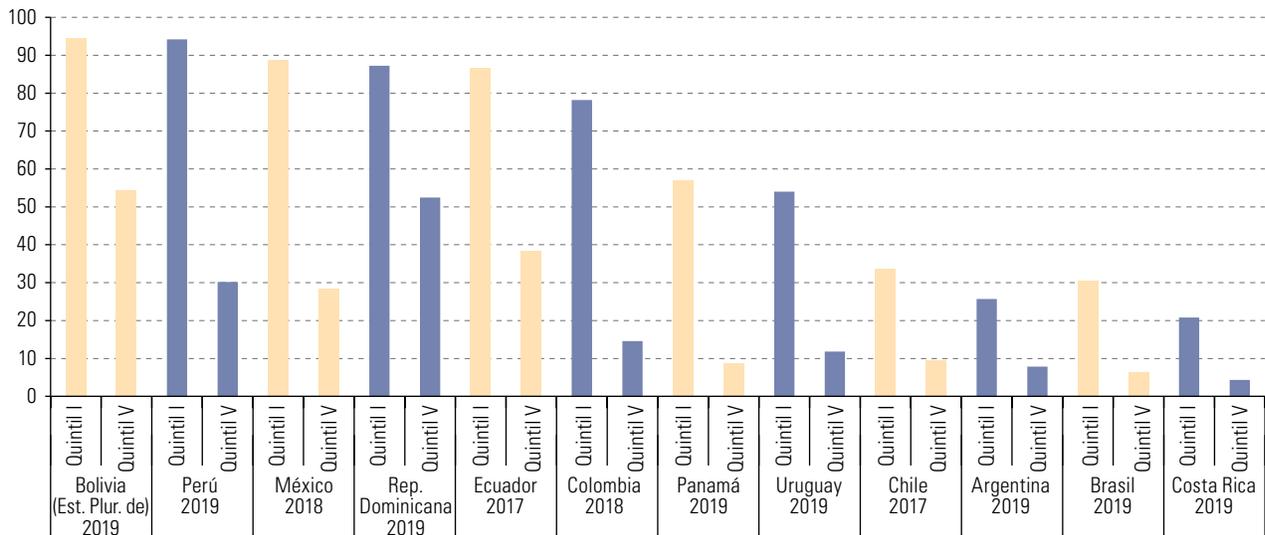
En la región, los primeros servicios comerciales de redes de 5G en América Latina recién deberían estar disponibles en 2021. Los avances no solo dependen de los planes de las empresas operadoras, sino también de la disponibilidad de espectro, de los procesos políticos y legales nacionales, así como de la seguridad jurídica, la calidad de la regulación y las políticas públicas. La incertidumbre en torno a la demanda de servicios avanzados asociados a la 5G también condiciona su despliegue.

La adopción de la Internet de las cosas en América Latina y el Caribe también es más lenta que en otras regiones, lo que se vincula con sus características productivas estructurales. En 2020, según datos del GSMA, se registraron 13.000 millones de conexiones a la Internet de las cosas, el 46% de las cuales se encuentran en Asia y el Pacífico, el 23% en América del Norte, el 19% en Europa y el 5% en América Latina y el Caribe (GSMA, 2021a). En 2021, se estima que en la región habrá más de 200 millones de conexiones, el 30% de las cuales corresponde a los sectores agrícola, de minería, gas y petróleo, y de construcción (Cabello, 2021).

2. La brecha de conectividad interna: persisten grandes heterogeneidades estructurales

Los bajos niveles de ingresos limitan el acceso por parte de la población. En varios países de la región, el porcentaje de hogares desconectados en los segmentos más pobres oscila entre el 60% y el 95% en los casos más críticos y alrededor del 30% en los países que tienen mejores niveles de conectividad. La percepción de la falta de utilidad del uso de Internet, junto con los costos del servicio de banda ancha y de los dispositivos de acceso, son un factor limitante para su adopción (véase el gráfico III.4).

Gráfico III.4
América Latina (12 países): hogares no conectados por quintil de ingreso, último año disponible
(En porcentajes)



Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA), sobre la base de Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG).

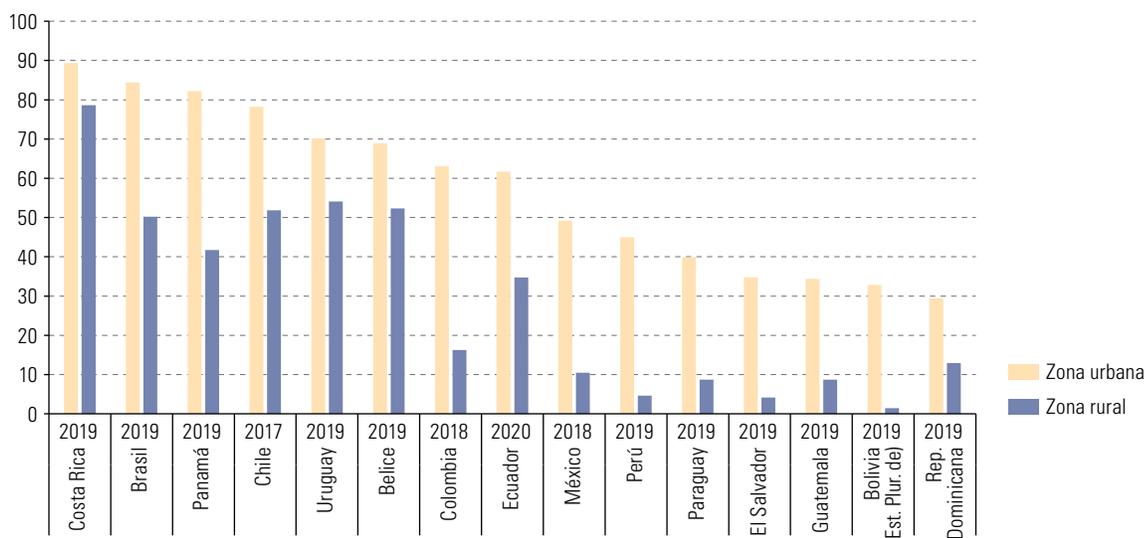
El costo de disponer de conectividad efectiva puede llegar a representar del 6% al 33% del ingreso promedio de los hogares de los quintiles más pobres. La conectividad efectiva se entiende como el servicio de banda ancha fija y móvil, más los dispositivos de acceso (teléfono inteligente, computadora y tableta), en los países de la región.

Las diferencias de conectividad entre las zonas urbanas y rurales también son significativas. El 67% de los hogares urbanos está conectado a Internet, en tanto que en las áreas rurales solo lo está el 23%. En algunos países, como Bolivia (Estado Plurinacional de), El Salvador, Guatemala, el Paraguay y el Perú, más del 90% de los hogares rurales no cuentan con conexión a Internet. En el Brasil, Belice, Chile y el Uruguay, solo cerca de la mitad de los hogares rurales están conectados (véase el gráfico III.5). Esto condiciona la inclusión de los habitantes de las áreas rurales, pero también la productividad y sostenibilidad del sector agropecuario si se consideran las soluciones digitales que se están elaborando para esa industria.

Gráfico III.5

América Latina y el Caribe (15 países): brecha urbano-rural en hogares conectados por zona geográfica, último año disponible

(En porcentajes)



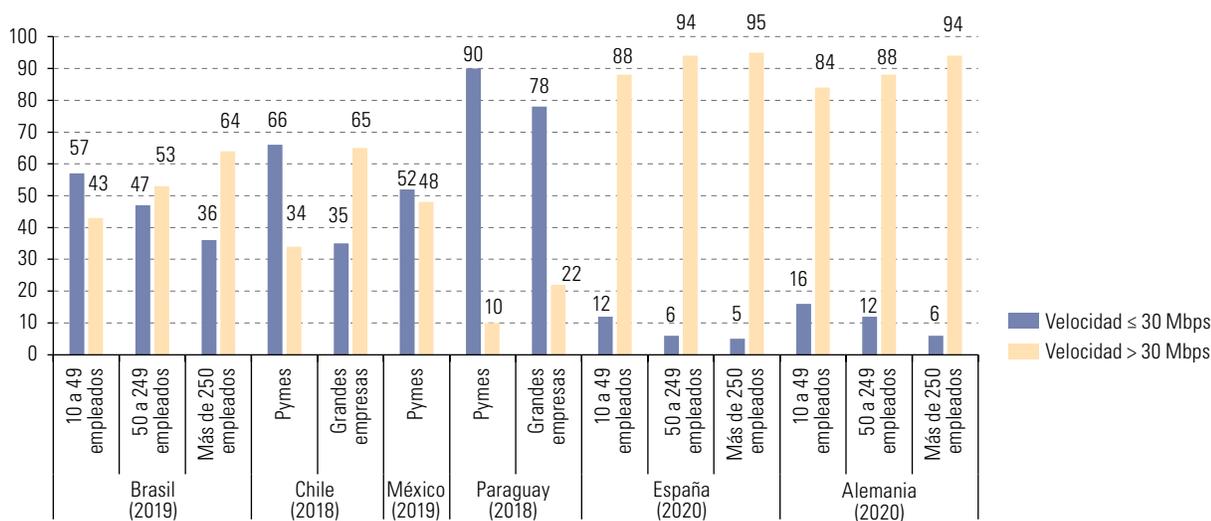
Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA), sobre la base de Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG) y Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *World Telecommunications/ICT Indicators Database*, julio de 2021, para Belice y Guatemala.

Existen grandes brechas en cuanto a las velocidades de conexión a banda ancha y el uso de tecnologías avanzadas entre empresas grandes y pequeñas. Más del 95% de las empresas de más de 250 empleados y el 88% de las pequeñas y medianas empresas (pymes) tienen acceso a banda ancha fija. Sin embargo, la mayor parte de las empresas de menor tamaño registran velocidades de acceso inferiores a 30 Mbps. La proporción de empresas con mejor velocidad de conexión es significativamente mayor en los países europeos, indistintamente del tamaño de la firma (véase el gráfico III.6). Esta situación condiciona los tipos de servicios que pueden utilizar y ofrecer.

Gráfico III.6

Velocidad de acceso a Internet en empresas, según tamaño

(En porcentajes de empresas)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (CETIC.br) del Brasil; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile; Instituto Federal de Telecomunicaciones de México; Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación del Paraguay y estadísticas de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2021.

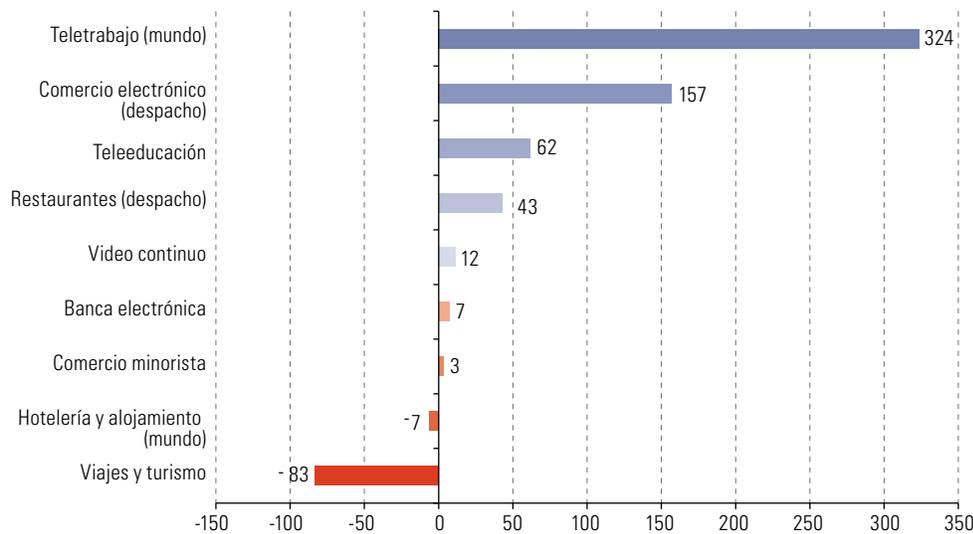
B. Respuestas innovadoras en materia digital frente a la pandemia

La pandemia de COVID-19 impuso la necesidad del distanciamiento social, por lo que los canales de interacción virtuales fueron clave para mantener ciertos niveles de actividad, lo que impulsó el uso de soluciones digitales. El tráfico en los sitios web y aplicaciones de teletrabajo, teleeducación y compras en línea mostró un significativo aumento. Entre el primer y el segundo trimestre de 2020, el uso de soluciones de teletrabajo aumentó un 324% y la educación a distancia, más del 60% (véase el gráfico III.7).

Gráfico III.7

América Latina (5 países): cambios en el nivel de actividad según sector entre el primer y segundo trimestre en función del tráfico en sitios web y aplicaciones, 2020

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de similarweb.com.

Nota: La información de América Latina se refiere a la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia y México. En las categorías de hotelería y alojamiento y de teletrabajo se presentan datos mundiales, ya que los sitios web correspondientes no pueden ser asociados con usuarios de un determinado país. Los sitios de teletrabajo analizados fueron: zoom.us, meet.google.com, teams.microsoft.com, webex.com y slack.com. Los sitios de comercio electrónico de despacho fueron: rappi.com, pedidosya.com, glovoapp.com, cornershop.com y ubereats.com. Los sitios de educación en línea fueron: uba.ar, unc.edu.ar, Mineduc.cl, Inacap.cl, uc.cl, uchile.cl, portal.senasofiaplus.edu.co, brain.lat, unad.edu.co, unal.edu.co, unam.mx, blackboard.com, edmodo.com, brainly.com.br, brasilescola.uol.com.br, colaboraread.com.br y www.qconursos.com. Los sitios de vídeo continuo fueron: youtube.com y netflix.com. Los sitios de banca electrónica fueron: itau.br, bradesco.br, santander.br, bancochile.cl, santander.cl, santander.ar y Banamex, bbva.mx. Los sitios de comercio electrónico minorista fueron: mercadolibre.com.mx, amazon.com.mx, mercadolibre.cl, falabella.cl, olx.com.co, mercadolibre.com.co, mercadolibre.com.br, olx.com.br, mercadolibre.com.ar y cotodigital3.com.ar. Los sitios de hotelería y alojamiento fueron: booking.com, agoda.com, Airbnb.com, hotels.com y trivago.com. Por último, los sitios de viajes y turismo fueron: airbnb.mx, volaris.com.mx, booking.com.co, avianca.com.co, latam.cl, booking.cl, booking.com.ar, despegar.com.ar, booking.com.br y latam.br.

1. Nuevas opciones para la educación a distancia

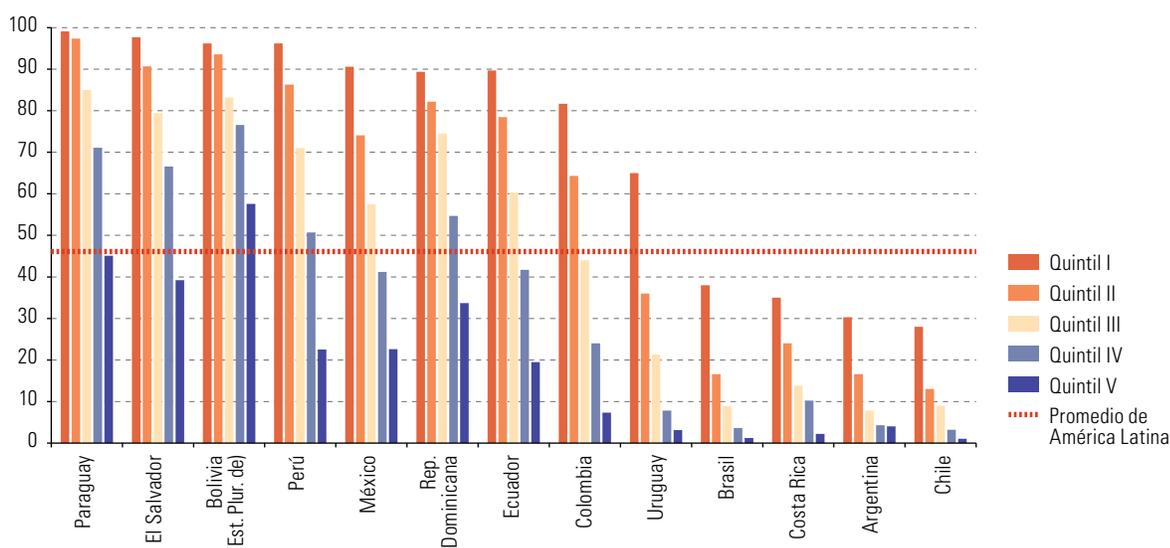
La pandemia de COVID-19 hizo necesario suspender las clases presenciales, lo que aceleró el desarrollo de estrategias basadas en soluciones de educación a distancia. Los países que contaban con plataformas virtuales de contenido educativo se centraron en su adecuación y actualización. Otros pusieron en línea nuevas plataformas virtuales, en algunos casos en cooperación con empresas informáticas, como Microsoft, Cisco y Google, y con organismos multilaterales. En la mayoría de los casos, las plataformas de contenido se complementaron con soluciones de aulas virtuales.

La brecha digital entre los estratos económicos más altos y los más bajos condiciona el derecho a la educación y profundiza las desigualdades socioeconómicas. El uso de soluciones de teleeducación solo es posible para quienes cuentan con acceso a Internet y condiciones y dispositivos adecuados para ello, es decir, velocidades de conexión que permitan el uso de audio y video continuo, y pantallas de cierto tamaño.

El 46% de los niños y niñas de entre 5 y 12 años en la región viven en hogares que no están conectados. En Bolivia (Estado Plurinacional de), El Salvador, el Paraguay y el Perú, más del 90% de los niños de los hogares más pobres viven en hogares no conectados. En los países que presentan mejores indicadores de conectividad, alrededor del 30% de estos niños no cuentan con conexión a Internet en su hogar (véase el gráfico III.8).

Gráfico III.8

América Latina (13 países): niños en hogares no conectados por quintil de ingreso, 2019^a
(En porcentajes sobre el total de niños en cada quintil de ingreso y grupo de edad en cada país)



Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA) de la CEPAL sobre la base de Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG).

Nota: Por hogares con acceso a Internet se entienden aquellos en que Internet está generalmente disponible para ser utilizada por todos sus miembros en cualquier momento. La conexión y los dispositivos pueden o no ser propiedad de la familia, pero se deben considerar los activos del hogar. La conexión a Internet en el hogar debía estar funcionando en el momento de la encuesta.

^a Niños de 5 a 12 años. La información de la Argentina se refiere solo a las zonas urbanas. La información de Chile y el Ecuador corresponde a 2017.

En promedio, el número de niños en hogares de menores ingresos en los países de la región cuadruplica el número de niños en hogares de mayor ingreso. Esto les dificulta el acceso a Internet dentro de un mismo hogar, pues implica contar con más dispositivos para que cada uno de ellos se conecte.

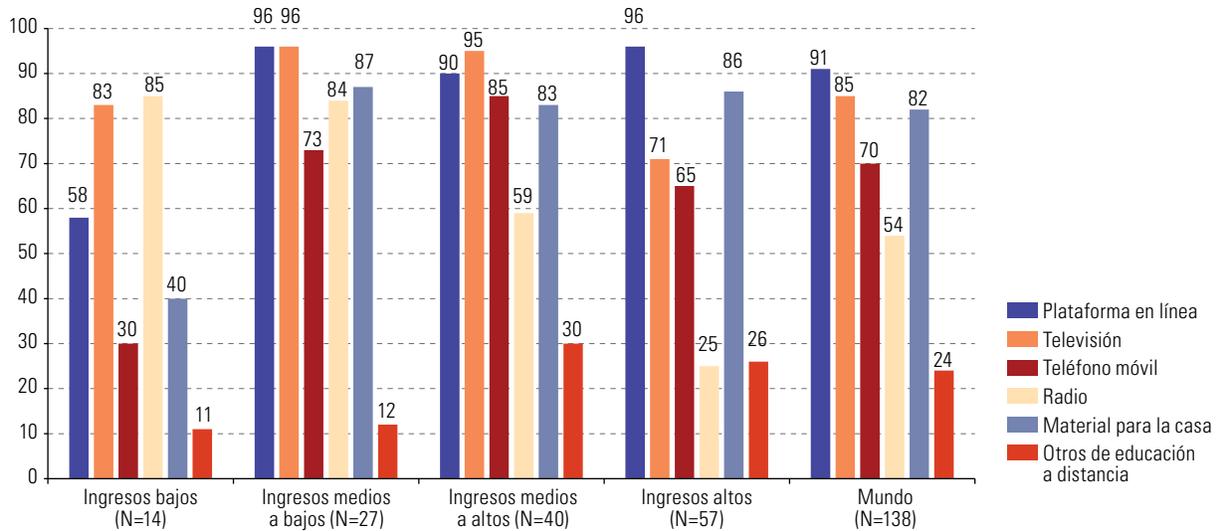
Para garantizar una educación inclusiva y equitativa y promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de todo el ciclo educativo, es fundamental desarrollar las habilidades digitales de los maestros y profesores y velar por la adecuación de los contenidos educativos al ámbito digital.

Las respuestas de los países a nivel mundial ante la necesidad de cerrar las escuelas por el COVID-19 incluyeron soluciones de aprendizaje remoto: desde materiales impresos para llevar a casa hasta el uso de medios de difusión tradicionales como la televisión y la radio, además de las plataformas digitales. En general, los países optaron por una combinación de soluciones con distintas tecnologías. Los medios de difusión como la radio y la televisión han sido más populares entre los países de ingresos bajos (92%) que entre los de ingresos altos (25%). En sentido contrario, el 96% de los países de ingresos altos ofreció aprendizaje a distancia mediante plataformas en línea para al menos un nivel educativo, en comparación con el 58% de los países de ingresos bajos (véase el gráfico III.9) (UNESCO y otros, 2021).

Gráfico III.9

Proporción de países que ofrecen alguna modalidad de educación a distancia al menos en un nivel educativo, según nivel de ingresos

(En porcentaje de países)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y otros, *What's Next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic*, París, Washington D.C., 2021.

El despliegue de estrategias inclusivas de educación a distancia implica un abordaje integral de la emergencia pandémica, mediante el diseño de un plan exhaustivo que se articule con otras acciones económicas, sociales, de salud y de apoyo a la inclusión digital. El 70% de los países que respondieron a la encuesta del Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (82 países en la muestra) planificaron ofrecer acceso a Internet gratuito o a un costo subsidiado en 2021 con el fin de asegurar la conectividad para el aprendizaje remoto. El 60% consideró la posibilidad de subsidiar los dispositivos de acceso. Este tipo de estrategias ha sido implementado en mayor medida en los países de ingresos altos, lo que tiene serias implicaciones en materia de igualdad en el desarrollo en términos de brecha digital y de acceso a la educación (véase el gráfico III.10).

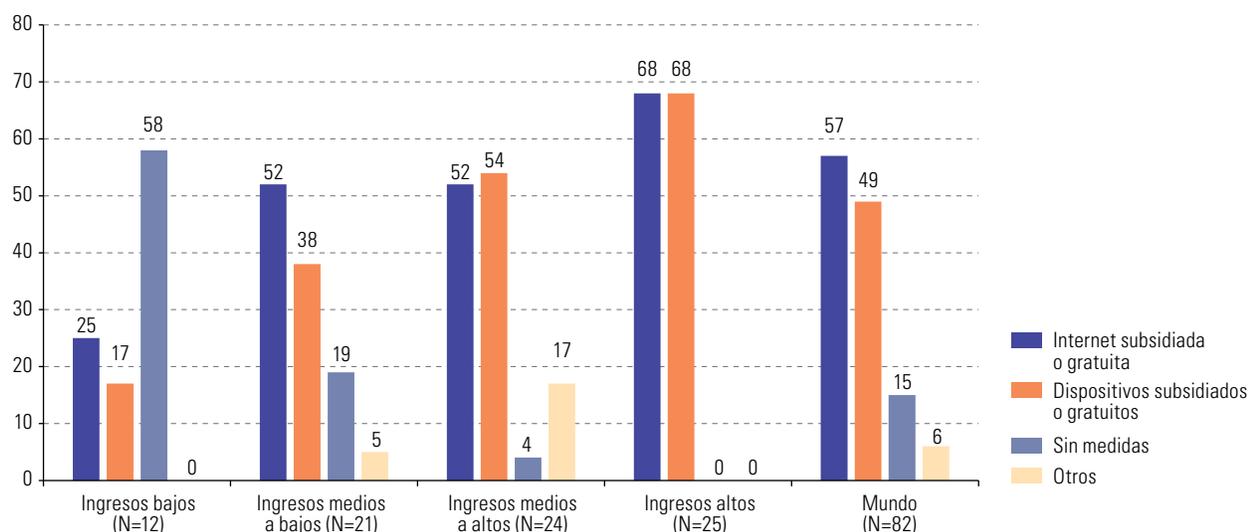
Las respuestas de los países de la región frente a la pandemia de COVID-19 en materia educativa han sido diversas y acordes con las prácticas internacionales. En 17 de 19 países existen plataformas digitales para los alumnos, que en 15 casos fueron complementadas con estrategias que se apoyan en la televisión (véase el cuadro III.2). Solo en las estrategias de cinco países se consideró la conectividad a Internet en el diseño de un plan de educación remota en línea.

La facilidad de los jóvenes con la tecnología y su disposición natural para ello facilitan la adopción de soluciones como los cursos masivos en línea (conocidos por el término y la sigla en inglés de “Massive Open Online Course” (MOOC)). Los MOOC son cursos en línea que están al alcance de cualquier persona que tenga una computadora y conexión a Internet. Estos cursos ofrecen a los estudiantes una forma de aprender en un entorno similar a una clase en línea, pero suelen ser poco estructurados y no requieren el pago de matrículas ni comprometerse con un programa académico.

Cuando los centros educativos cerraron por la pandemia, muchos estudiantes optaron por aprovechar las oportunidades que ofrece el aprendizaje masivo en línea. El fenómeno ha sido homogéneo en diferentes países de la región y evidencia el potencial de este tipo de soluciones para lograr un mayor nivel de inclusión y desarrollo educativo en distintos ámbitos que serán clave para el futuro productivo de la región.

Gráfico III.10

Proporción de países que establecieron medidas para facilitar el aprendizaje remoto en línea según nivel de ingresos
(En porcentaje de países)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y otros, *What's Next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic*, París, Washington D.C., 2021.

Cuadro III.2

América Latina y el Caribe: iniciativas de aprendizaje a distancia frente a la pandemia, según diferentes soportes comunicacionales

País	Plataforma digital para docentes	Plataforma digital para alumnos	Programas televisivos	Programas de radio	Cursos en línea	Entrega de computadoras	Conexión a Internet	Cuadernos o guías de trabajo
Argentina	•	•	•	•	•	•	•	•
Bolivia (Estado Plurinacional de)	•	•	•	•	•			•
Brasil	•	•	•		•	•		
Chile	•	•	•		•	•	•	•
Colombia	•	•	•	•	•	•		
Costa Rica	•	•	•	•	•			•
Cuba		•	•					•
Ecuador	•	•	•	•	•			•
El Salvador	•	•	•	•		•	•	•
Guatemala		•	•		•			•
Honduras	•	•	•		•			•
México	•	•	•	•	•			•
Nicaragua			•					•
Panamá	•	•			•	•		•
Paraguay	•	•			•	•	•	
Perú	•	•			•	•		
República Dominicana	•	•			•	•		•
Uruguay	•	•	•		•	•	•	•
Venezuela (República Bolivariana de)			•		•			

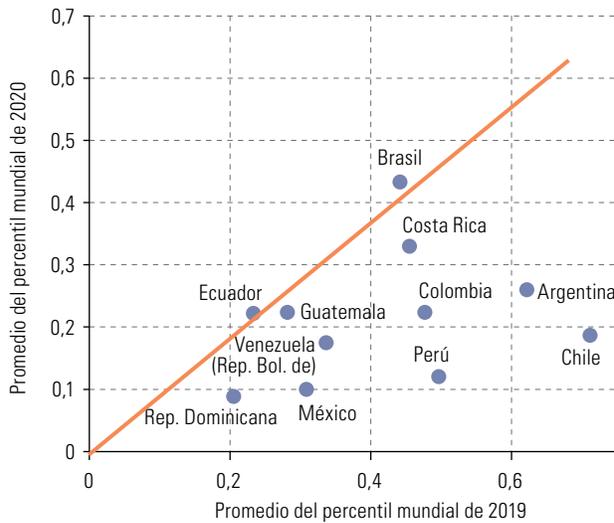
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL), "Sistematización de respuestas de los sistemas educativos de América Latina a la crisis de la COVID-19", agosto de 2020 [en línea] https://www.siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19.

Gracias a los MOOC, América Latina y el Caribe muestra un gran avance en el área de la ciencia de datos. Varios países ganaron terreno en cuanto a la competitividad internacional en este campo por medio de los cursos en línea. Entre ellos destacan el Brasil, el Ecuador y la República Dominicana. Se observa un estancamiento del interés en los campos ligados a la tecnología, que incluye cursos en redes de computadoras, bases de datos, interacción entre la persona y la computadora, sistemas operativos, ingeniería de *software* e ingeniería de seguridad. Sin embargo, hay países que en general siguen siendo bastante competitivos, como la Argentina (véase el gráfico III.11).

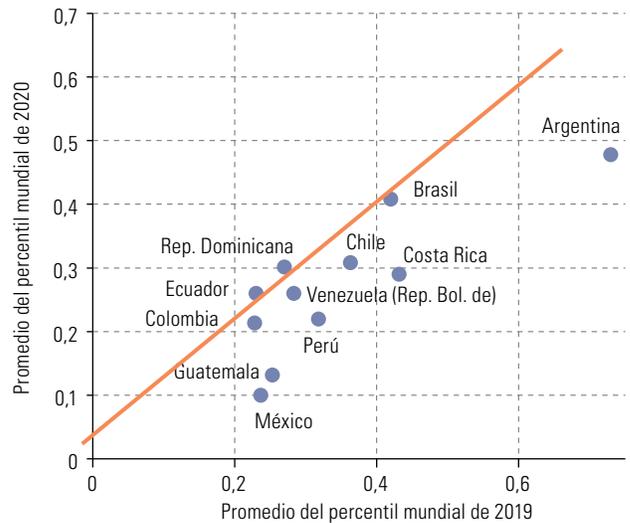
Gráfico III.11

Percentil mundial promedio en diferentes campos (negocios, tecnología y ciencia de datos)

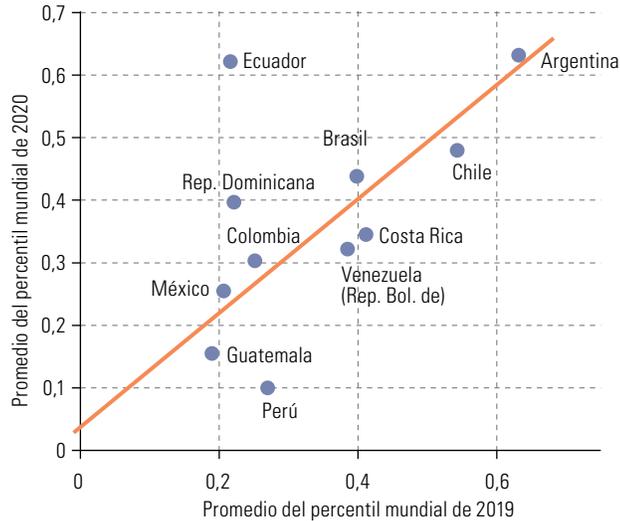
A. Negocios



B. Tecnología



C. Ciencia de datos



Fuente: M. Hilbert, "Grandes datos para monitorear los efectos del COVID-19 en la economía digital en América Latina y el Caribe", Observatorio regional de desarrollo digital, 2021, inédito.

Nota: Los países que están por encima de la línea diagonal en los gráficos mejoraron su posición en 2020 con relación a 2019. Por debajo de la línea están los que perdieron terreno a nivel mundial.

Para desarrollar las habilidades que demandará la economía del futuro, se requerirán enormes esfuerzos y soluciones innovadoras de capacitación en el ámbito público y privado. La pandemia está acelerando un profundo cambio en los mercados laborales. En el futuro cercano, las nuevas habilidades serán factores determinantes en el empleo, la competitividad y el crecimiento económico.

2. Renovación de la relación entre trabajo y presencialidad

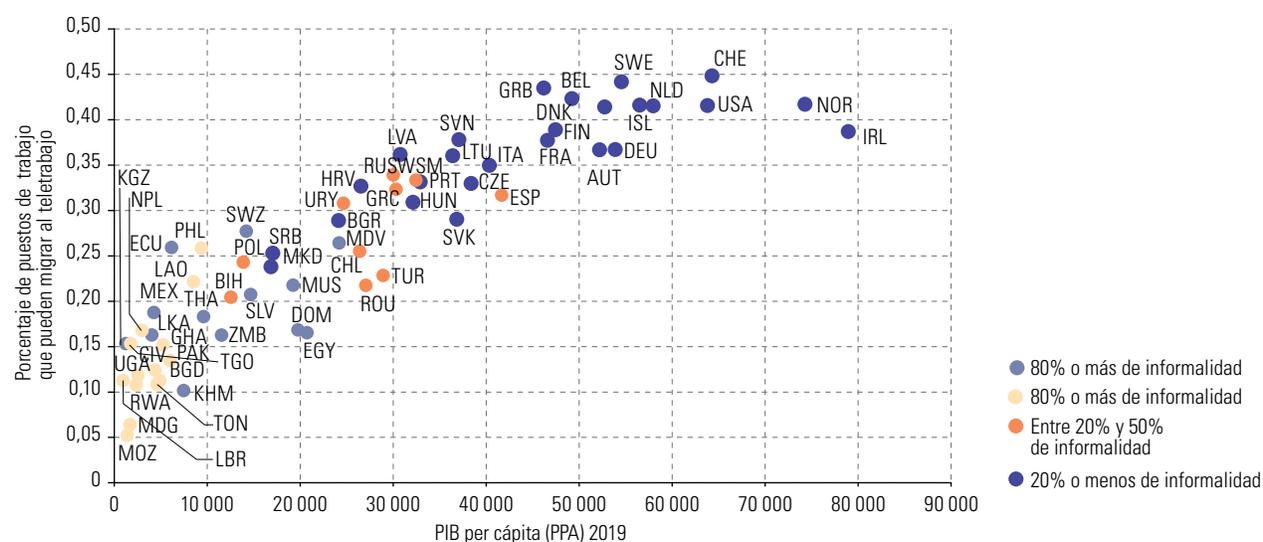
El teletrabajo ha sido fundamental para mantener en funcionamiento la actividad laboral y evitar una mayor proliferación de contagios. Antes de la pandemia, aunque el 7,9% de los trabajadores del mundo trabajaba permanentemente desde su hogar, sobre todo en ocupaciones manufactureras y artesanales tradicionales, solo una minoría lo hacía mediante teletrabajo (OIT, 2020).

El potencial de trabajo a distancia varía de un país a otro por razones estructurales, tales como las características de los mercados laborales, el sector productivo, los niveles de informalidad y la calidad de la infraestructura digital. De hecho, el porcentaje de puestos de trabajo que pueden migrar al teletrabajo está positivamente vinculado al nivel del PIB per cápita y a menores grados de informalidad (véase el gráfico III.12).

Gráfico III.12

Probabilidad de teletrabajar, PIB per cápita y nivel de informalidad 2019

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG); J. Dingel y B. Neiman, "How many jobs can be done at home?", *NBER Working Paper*, N° 26948, Cambridge, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER), 2020, y datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

En Europa y los Estados Unidos, casi el 40% de los trabajadores puede trabajar desde su hogar. Entretanto, en América Latina, se estima que alrededor del 21% de los ocupados puede realizar sus labores a distancia (CEPAL, 2020). Esta diferencia se debe a que, a nivel sectorial, la probabilidad de teletrabajar es mayor del 80% en los servicios profesionales, científicos y técnicos y de educación, finanzas y seguros. En los países de la región, en estos sectores trabaja alrededor de la quinta parte de los ocupados. Por su parte, los empleados del comercio mayorista y minorista, y de la agricultura, que es donde la región acumula el mayor porcentaje de empleo, tienen probabilidades de teletrabajar del 15% y el 1%, respectivamente. Otros factores condicionantes de la baja probabilidad de teletrabajar en los países de América Latina y el Caribe son la infraestructura digital, el nivel de digitalización de las empresas y las habilidades digitales.

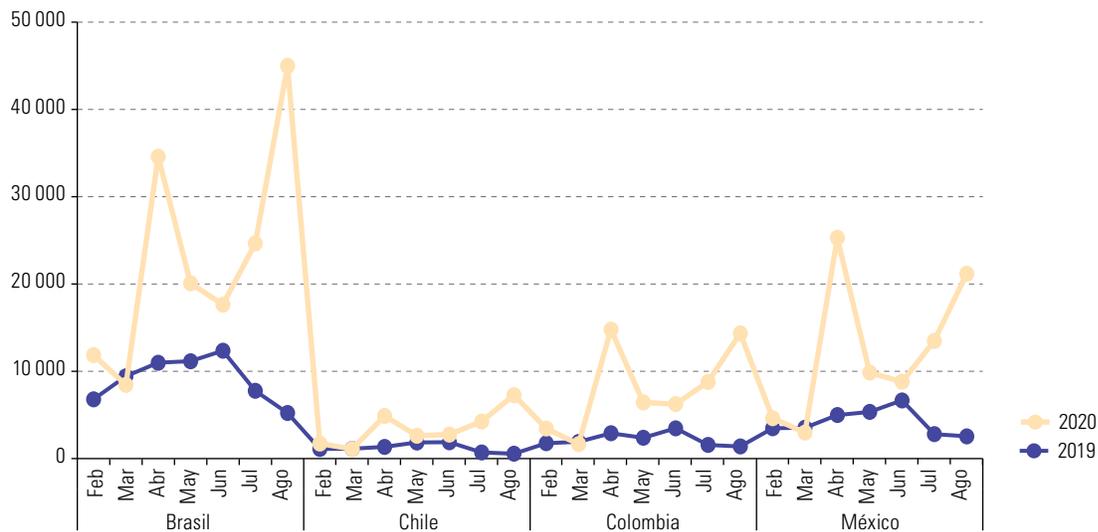
3. El boom del comercio electrónico

Durante la pandemia, las empresas trasladaron sus actividades presenciales a un formato en línea ante la necesidad de mantener sus actividades de comercialización y ventas. Al comparar el período de febrero a agosto de 2019 con el de 2020, se evidencia un claro aumento de los sitios web empresariales nuevos. Entre febrero y agosto de 2020, el crecimiento promedio mensual de la cantidad de nuevos sitios web empresariales fue cercano al 60% en los casos del Brasil y Chile, y al 128% en Colombia y México. Estos valores son significativamente mayores a los del mismo período del año anterior, cuando fueron, respectivamente, del -2% y el 2% (véase el gráfico III.13).

Gráfico III.13

América Latina (4 países): nuevos sitios web empresariales por mes

(En número de sitios web)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Midiendo la economía de Internet en América Latina: un análisis de Big Data para Colombia, México, Brasil y Chile”, Proyecto Big Data para la medición de economía digital, inédito.

La comercialización de bienes y servicios en línea también modificó la funcionalidad de los sitios web, de una presencia pasiva a una presencia transaccional. Entre enero y junio de 2020, el análisis de los sitios web empresariales evidencia que, en los primeros seis meses de 2020, en el Brasil, Chile, Colombia y México, el 20% de los cambios en los sitios web existentes corresponde a esa transición hacia sitios transaccionales.

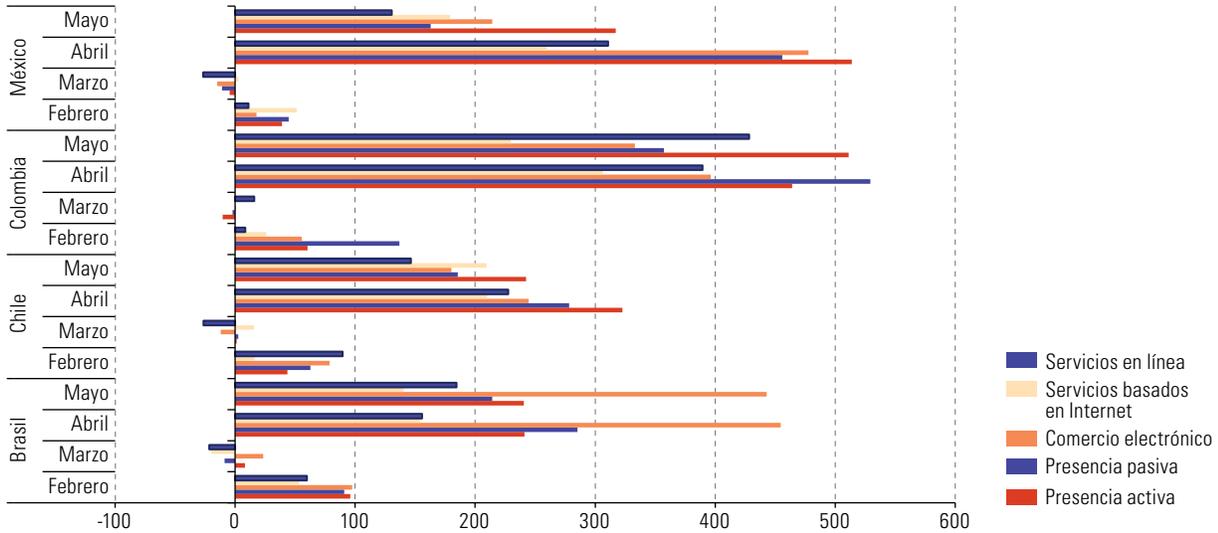
Los mayores incrementos de la presencia en línea se registran en los sitios empresariales de tipo transaccional (presencia activa) y de plataformas de comercio electrónico. En el Brasil y México, el número de nuevos sitios de comercio electrónico creció más del 450% en abril de 2020 en comparación con el mismo mes de 2019. En tanto, los sitios con presencia activa en Colombia y México aumentaron cerca del 500% en el mismo período (véase el gráfico III.14).

La presencia en línea es vital para diversos rubros. Al analizar el aumento de sitios web empresariales por sector, se confirma la relevancia de los canales en línea para el comercio minorista, los contratistas de construcción, los servicios empresariales y de salud y educación, que se incrementaron en más del 200% en los primeros meses de la pandemia (véase el gráfico III.15).

Gráfico III.14

América Latina (4 países): crecimiento interanual de sitios web empresariales por tipo en países seleccionados, 2019-2020

(En porcentajes)



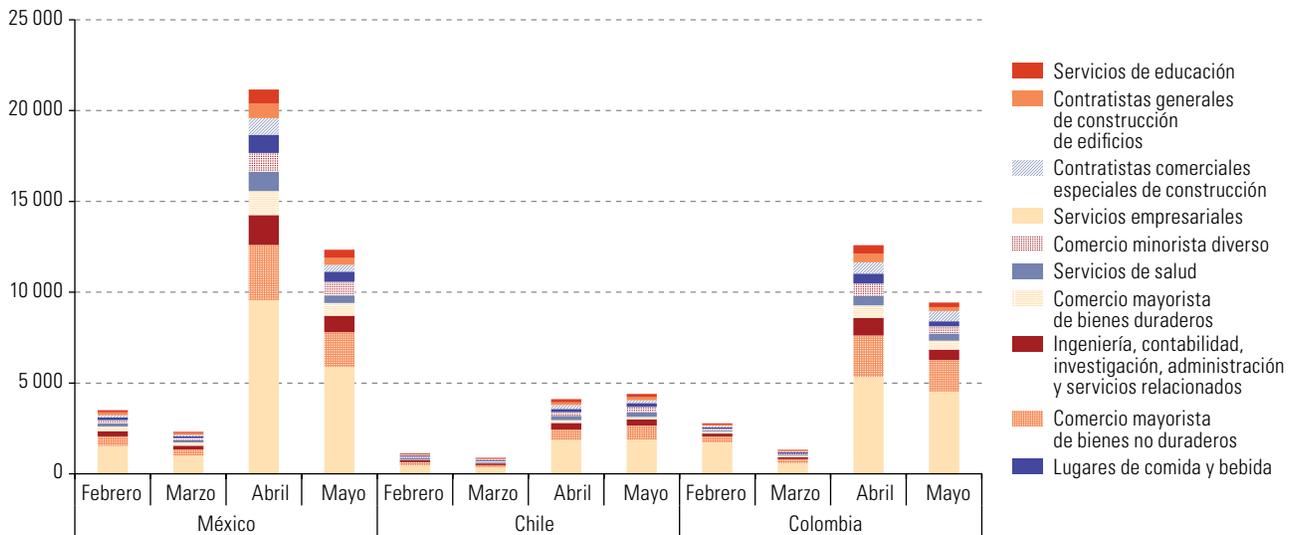
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), proyecto “Big data para la medición de la economía digital”, sobre la base de datos de Dataprovider.com, 2020.

Nota: Las categorías se definen según cómo las empresas generan ingresos con base en el uso de Internet (Ostrom y otros, 2016). Presencia pasiva en línea: sitios que solo brindan información o propaganda de sus actividades comerciales. Presencia activa en línea: sitios web que permiten la interacción con los clientes como apoyo a las actividades comerciales principales (por ejemplo, venta en línea, atención al consumidor). Comercio electrónico: tiendas en línea sin presencia física cuyos ingresos dependen de las ventas a través de Internet. Servicios en línea: provisión de servicios en línea que existen independientemente de Internet (por ejemplo, alojamiento, turismo). Servicios basados en Internet: negocios que hacen posible el funcionamiento de Internet (diseño web, servicios de *hosting*, servicios en la nube y desarrollo de aplicaciones).

Gráfico III.15

Chile, Colombia y México: nuevos sitios web empresariales según sector de actividad al mes, 2020

(Cantidad de sitios web)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), proyecto “Big data para la medición de la economía digital”, sobre la base de datos de Dataprovider.com, 2020.

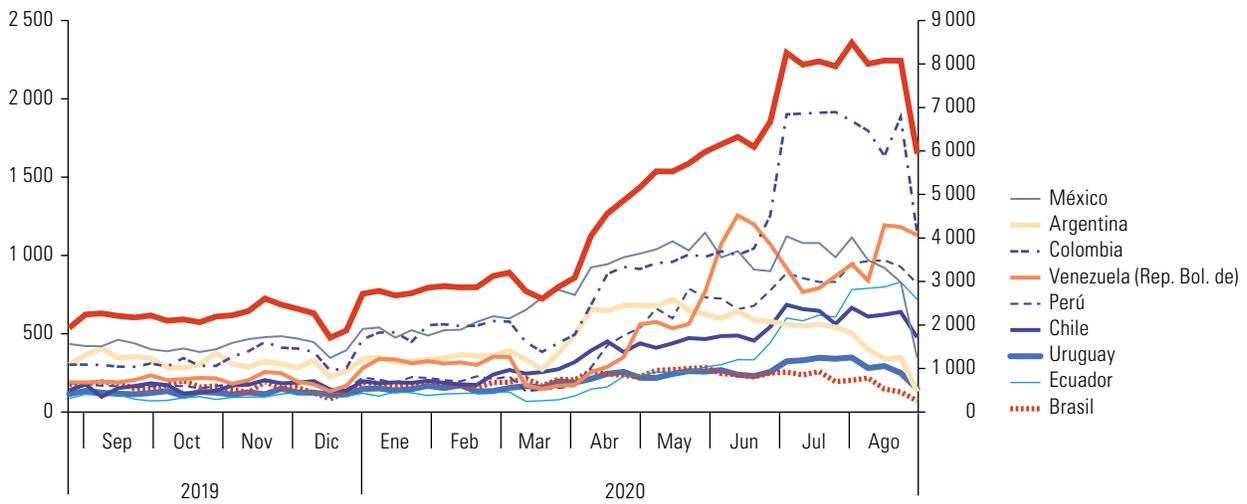
Los procesos de transformación digital en los que las empresas mejoran notablemente sus sitios web y desarrollan procesos de logística y despacho son factibles para las empresas de mayor tamaño. Las microempresas y pequeñas y medianas empresas (mipymes) han buscado soluciones más asequibles, como sumarse a grandes plataformas de mercado virtual y tener presencia en redes sociales, para llevar a sus clientes a sus canales de venta en línea.

La presencia de nuevos vendedores en plataformas de comercio electrónico se ha multiplicado. Durante la pandemia, los datos recopilados de MercadoLibre.com evidenciaron un gran aumento de nuevos vendedores registrados. En los países en los que este mercado virtual está más desarrollado, los nuevos vendedores se multiplicaron por cuatro, mientras que, en los países con menor desarrollo de la plataforma, se sextuplicaron (véase el gráfico III.16).

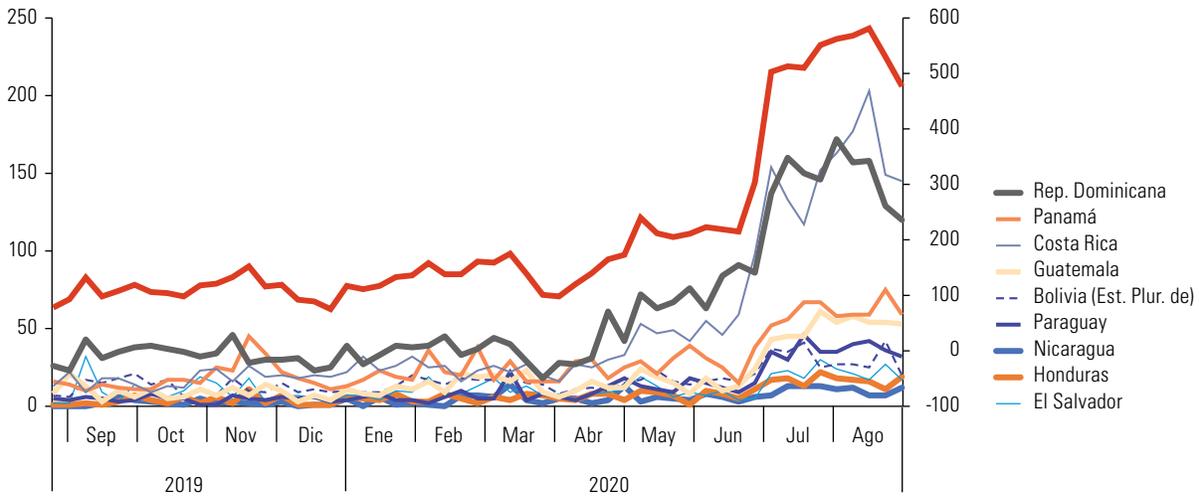
Gráfico III.16

América Latina (18 países): cantidad de nuevos vendedores en MercadoLibre.com, 2019-2020

A. En países con mayor desarrollo del mercado virtual



B. En países con menor desarrollo del mercado virtual



Fuente: M. Hilbert, "Grandes datos para monitorear los efectos del COVID-19 en la economía digital en América Latina y el Caribe", Observatorio regional de desarrollo digital, 2021, inédito.

Como se observa, la aceleración de la digitalización ocurrió sobre todo en eslabones de la cadena productiva mayormente vinculados con la venta, la comercialización y la relación con los proveedores. No sucedió lo mismo en la incorporación de tecnologías digitales en el proceso mismo de producción, que es lo que tiene el mayor potencial en términos de productividad y sostenibilidad.

4. Digitalización de la industria

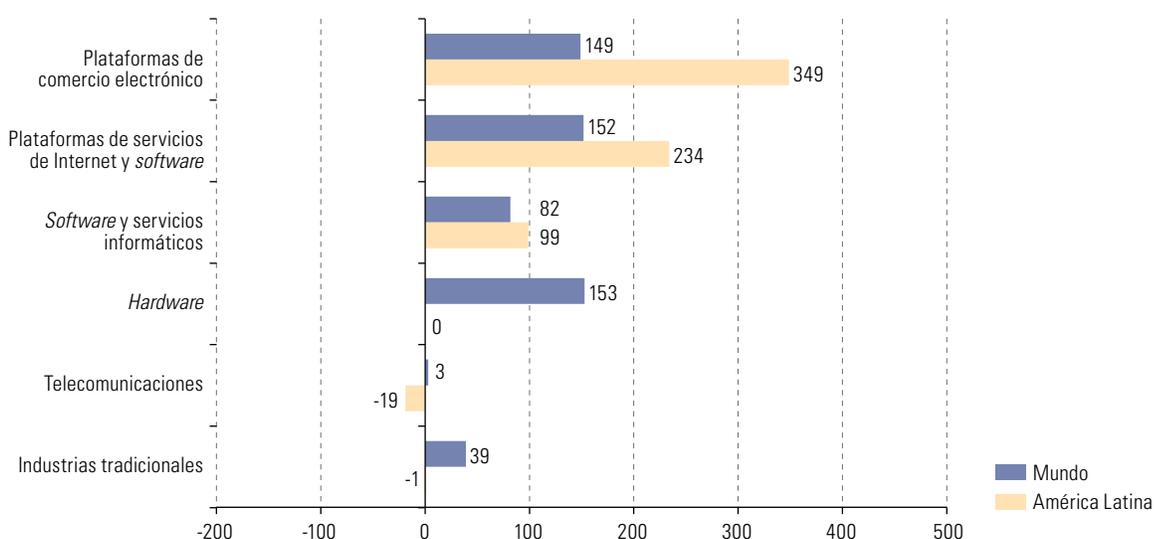
En menos de 20 años, la expansión de modelos de negocios en línea basados en plataformas digitales para la comercialización de bienes y servicios consolidó la economía digital y fortaleció su relevancia en la industria tradicional. Nuevos modelos de negocios, intensivos en el uso de datos, se han expandido rápidamente. En la actualidad, las grandes plataformas digitales se han transformado en las empresas más valiosas, en términos de capitalización de mercado a nivel global. En marzo de 2021, nueve de las diez empresas con mayor valor de mercado en el mundo eran plataformas digitales de algún tipo (de comercio electrónico, de *software* o red social) o estaban relacionadas con las tecnologías de la información.

La crisis económica provocada por el COVID-19 afectó gravemente a muchas industrias, pero no a la industria digital². Esta se expandió aún más durante el último año y llegó a representar el 28% del total a nivel mundial y el 12% en la región en marzo de 2021. Las plataformas de comercio electrónico y de servicios de Internet y *software* fueron los segmentos de mayor crecimiento en términos de valor bursátil entre marzo de 2019 y marzo de 2020. A nivel mundial crecieron un 149% y un 152%, respectivamente, mientras que en la región lo hicieron un 349% y un 243% (véase el gráfico III.17).

Gráfico III.17

Variación del valor de la industria tecnológica digital en comparación con los sectores tradicionales, por segmento industrial, marzo de 2019 y marzo de 2021

(En porcentajes)



Fuente: Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de Bloomberg sobre las 5.000 empresas con mayor valor de mercado.

Las plataformas digitales realizan importantes contribuciones a la economía, al promover la innovación, facilitar el encuentro entre la oferta y la demanda de bienes o servicios, contribuir a aumentar la eficiencia en la utilización de activos y abrir oportunidades de negocios y de mejora de la productividad para las empresas,

² Por industria digital se entiende el conjunto de sectores cuyo núcleo de negocios está vinculado a las tecnologías de la información. Esto comprende los sectores de telecomunicaciones, *hardware* y *software*, así como plataformas de oferta de bienes y servicios basadas en tecnologías digitales.

incluidas las mipymes. No obstante, también plantean retos en materia de competencia, debido a la concentración de mercado y de datos de sus usuarios, además de conflictos en materia laboral. La flexibilidad que ofrecen las relaciones laborales generadas por algunos tipos de plataformas digitales (del tipo de economía informal o *gig economy*) se asocia con dificultades para garantizar la protección social de los trabajadores, sus derechos sindicales y la formalización de la relación laboral.

Los cambios disruptivos impulsados por las tecnologías digitales están permeando las industrias tradicionales y transformando los modelos de operativos y productivos. El desarrollo de la 5G permite construir fábricas inteligentes y aprovechar tecnologías como la automatización y la robótica, la inteligencia artificial, la realidad aumentada y la Internet de las cosas, en distintas etapas de la cadena de valor (véase el diagrama III.2). El acceso en tiempo real a información para la toma de decisiones a lo largo de toda una cadena de valor es una ventaja competitiva fundamental para hacer un uso eficiente de los recursos y atender mejor la demanda. Las soluciones basadas en la computación en la nube posibilitan una mejor integración de las distintas etapas de la cadena de producción. Asimismo, permiten optimizar los procesos y disminuir los costos, además de reducir los plazos de entrega, mejorar la gestión logística y captar la atención de los consumidores.

Diagrama III.2

Transformación digital de la cadena de producción

Producción y transformación

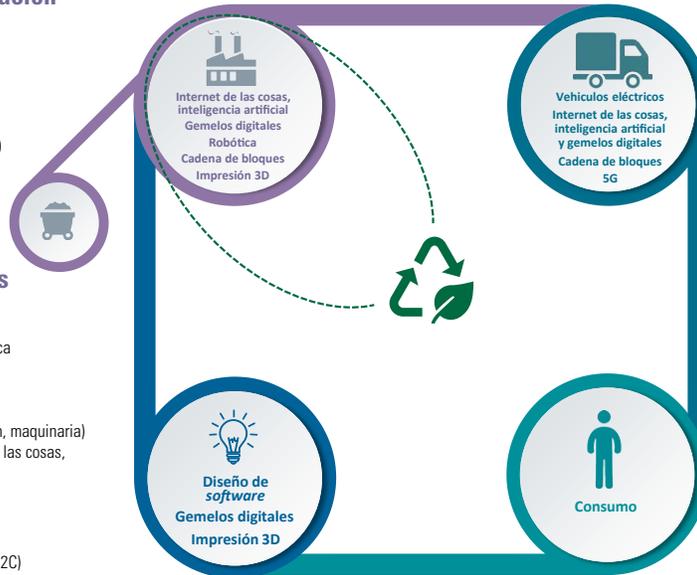
- Automatización de procesos
- Digitalización planta
- Monitoreo de insumos o productos
- Análisis predictivo (demanda, capacidad de producción)
- Plataformas B2B
- Impresión de partes (reemplazo acero)
- Trazabilidad del origen renovable de la generación eléctrica
- Cumplimiento de aspectos regulatorios de sostenibilidad

Explotación de recursos

- Geolocalización (drones, maquinaria y otros activos)
- Sistemas de información meteorológica (Internet de las cosas)
- Monitorización de desempeño (Internet de las cosas o drones)
- Gestión inteligente (riego, fertilización, maquinaria)
- Mantenimiento predictivo (Internet de las cosas, grandes datos, inteligencia artificial)

Innovación y diseño

- Prototipado rápido (3D)
- Plataformas empresa a consumidor (B2C) de cooperación diseño producto



Distribución

- Vehículos eléctricos
- Geolocalización
- Trazabilidad de los productos
- Gestión inteligente de inventarios
- Soluciones digitales de logística (optimización de rutas, gestión de flotas, monitorización de la carga)
- Plataformas de comercio electrónico o canales en línea

Consumo

- Bienes digitales
- Plataformas empresa a consumidor (B2C)
- Productos como servicio
- Personalización de bienes y servicios

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Tecnologías digitales para un nuevo futuro* (LC/TS.2021/43), Santiago, 2021.

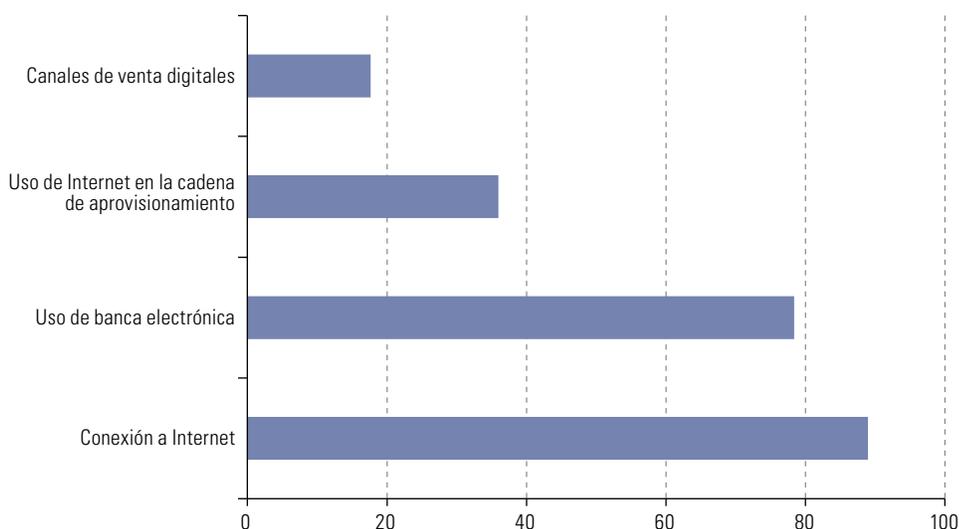
Los sistemas de producción inteligente pueden aumentar la competitividad con una menor huella ambiental, en la medida en que las empresas usen herramientas digitales para mapear y reducir dicha huella. Esto las ayudaría a evaluar su impacto en el cambio climático y modificar sus procesos de producción.

La digitalización de los procesos productivos se encuentra muy rezagada en la región. En general, las empresas tienen un alto nivel de conectividad (superior al 90%) y cerca del 80% utiliza la banca electrónica. Sin embargo, pocas de ellas incorporan las tecnologías digitales en sus procesos de producción. Por ejemplo, solo un 37% de las empresas utiliza Internet en su cadena de aprovisionamiento, lo que contrasta con el 70% en el caso de las firmas de los países de la OCDE (véase el gráfico III.18).

Gráfico III.18

América Latina y el Caribe: digitalización de los procesos productivos, 2018

(En porcentajes de empresas)



Fuente: Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de las encuestas de TIC en empresas de Chile, Colombia, y Brasil.

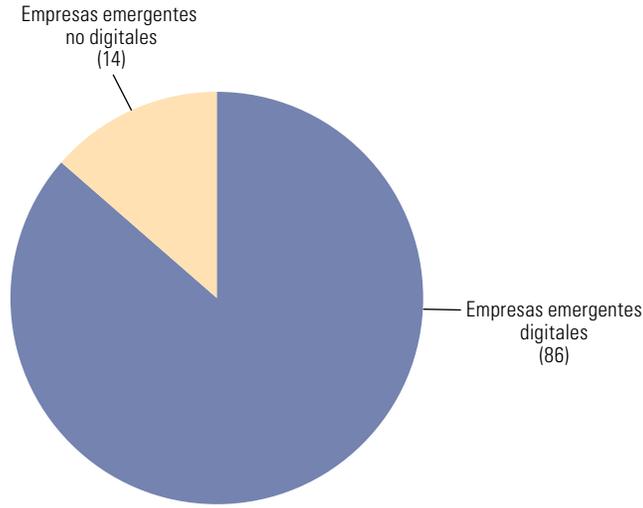
El nivel de adopción de nuevas tecnologías varía de una industria a otra. Desde hace tiempo, los sectores agrícola y automotor vienen incorporando tecnologías digitales en sus cadenas de producción. Han obtenido resultados positivos en términos de productividad y sostenibilidad, además de ejercer un impacto positivo en sus ecosistemas productivos mediante el impulso de la innovación. En el sector agrícola, se observan grandes avances en términos de eficiencia gracias a la adopción de diversas tecnologías digitales, como sensores para la agricultura de precisión, georreferenciación inteligente mediante sistemas satelitales y drones para monitorear los cultivos, así como el uso de *software* por medio de aplicaciones o sitios web para realizar pronósticos relacionados con los cultivos y la variación climática (CEPAL, 2021a).

Los emprendimientos basados en tecnologías digitales son un motor fundamental del desarrollo digital. En los últimos diez años han recibido un gran impulso en la región, al punto de que, por cada diez empresas emergentes, casi nueve de ellas se basan en tecnologías digitales o pertenecen al sector (86%). Estas innovaciones surgen en mayor medida en América del Sur, que representa el 82% del total de los emprendimientos. Destacan el Brasil y México, que por sí mismos aportan, respectivamente, el 57% y el 13% del total de empresas emergentes digitales de América Latina y el Caribe (véase el gráfico III.19).

Los emprendimientos digitales se concentran en mayor medida en el segmento de tecnologías de la información, con un 24% del total de empresas, seguido por la industria del *software*, con un 20% del total de empresas emergentes digitales. Se destaca el surgimiento de innovaciones ligadas a soluciones de inteligencia artificial, con un 7% del total de empresas emergentes digitales de la región, así como los desarrollos ligados a las tecnologías de servicios financieros y al sector de la educación, esto último como impacto directo de la pandemia (véase el gráfico III.20).

Gráfico III.19

América Latina y el Caribe: cantidad de empresas emergentes digitales y no digitales surgidas entre 2011 y 2021 (En porcentajes)

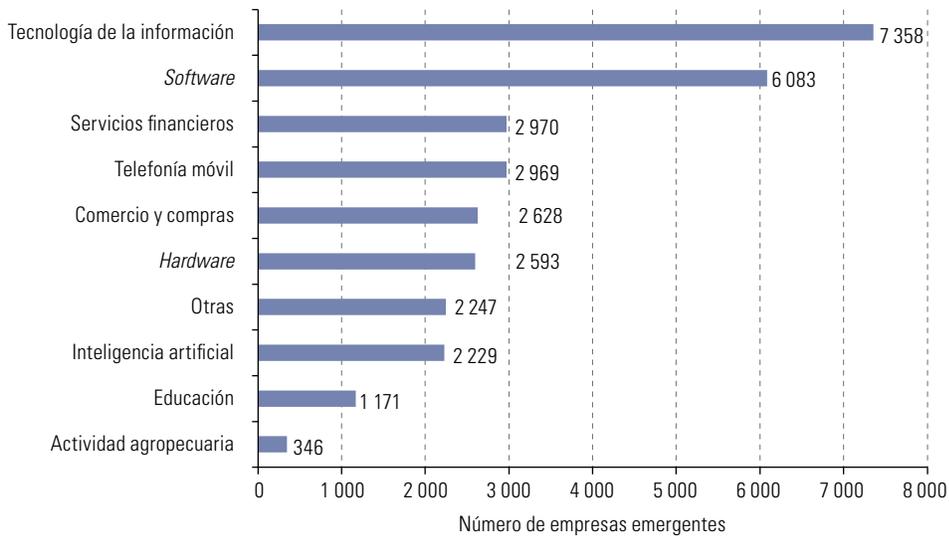


Fuente: Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de Crunchbase.com.

Nota: El año 2021 contiene registros hasta noviembre de ese año.

Gráfico III.20

América Latina y el Caribe: número de empresas emergentes digitales, por segmento industrial, fundadas entre 2011 y septiembre de 2021



Fuente: Observatorio regional de desarrollo digital, sobre la base de datos de Crunchbase.com.

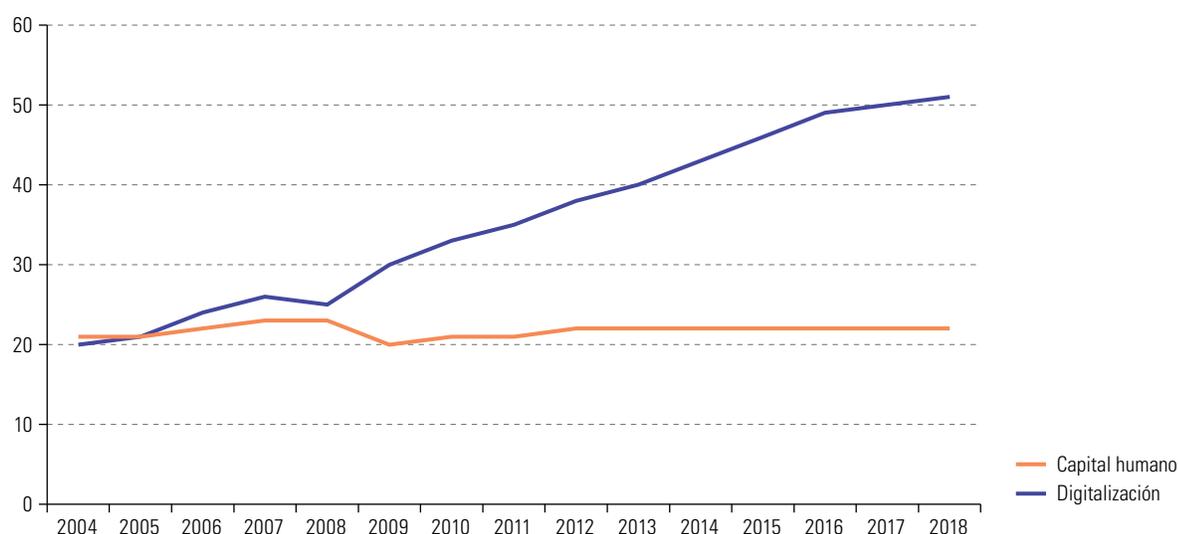
Nota: Las categorías no son mutuamente excluyentes.

5. Habilidades digitales y empleo del futuro

La falta de capacidades digitales limita la participación laboral en la economía digital. Entre 2004 y 2018, el índice de digitalización de los países de la región se ha más que duplicado en tanto que el índice de capital humano muestra un estancamiento (véase el gráfico III.21).

Gráfico III.21

América Latina: índice de digitalización e índice de capital humano, 2004-2018
(Índice sobre la base de 100)

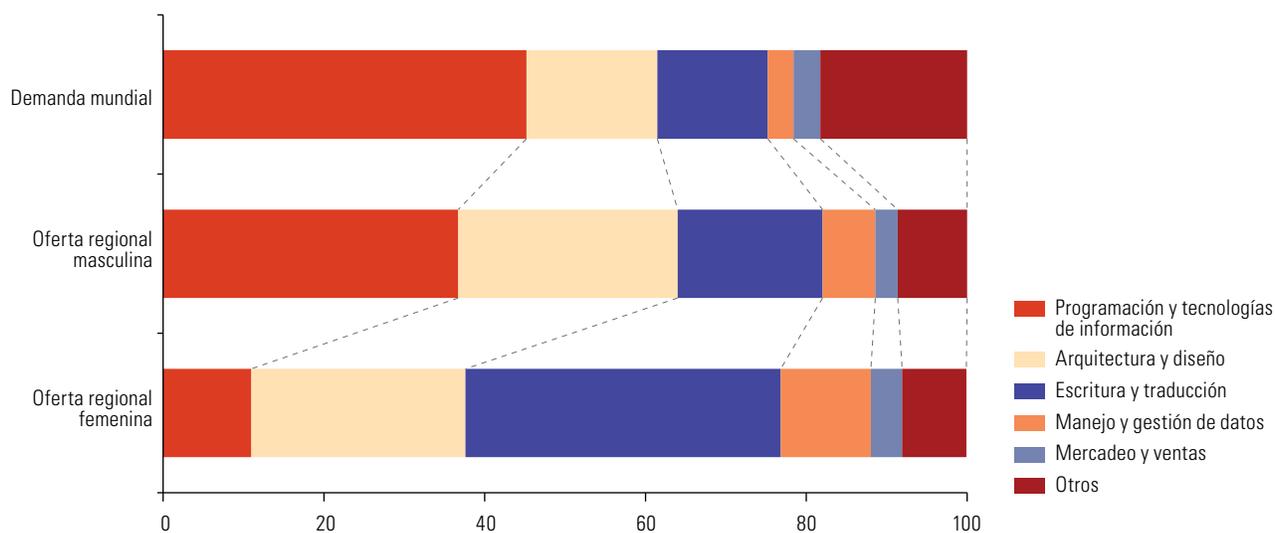


Fuente: Observatorio Regional de Banda Ancha (ORBA), sobre la base de Telecom Advisory Services.

La falta de capacidades digitales limita particularmente la participación de las mujeres en la economía digital. La oferta de trabajadores con habilidades digitales en América Latina y el Caribe es inferior a la demanda global. La fuerza laboral masculina que posee estas habilidades supera en más de tres veces a la fuerza laboral femenina equivalente. Estos elementos ponen de relieve la necesidad de contar con instrumentos de política e incentivos específicos para lograr una mayor articulación entre la oferta y demanda en materia laboral, así como una mayor incorporación de las mujeres en el mundo laboral digital (véase el gráfico III.22).

Gráfico III.22

América Latina: asimetría entre la oferta y la demanda en función de las habilidades digitales entre los países de la región
(En porcentajes de puestos de trabajo)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Análisis de la huella digital en América Latina y el Caribe: enseñanzas extraídas del uso de macrodatos (big data) para evaluar la economía digital* (LC/TS.2019/12/Rev.1), Santiago.

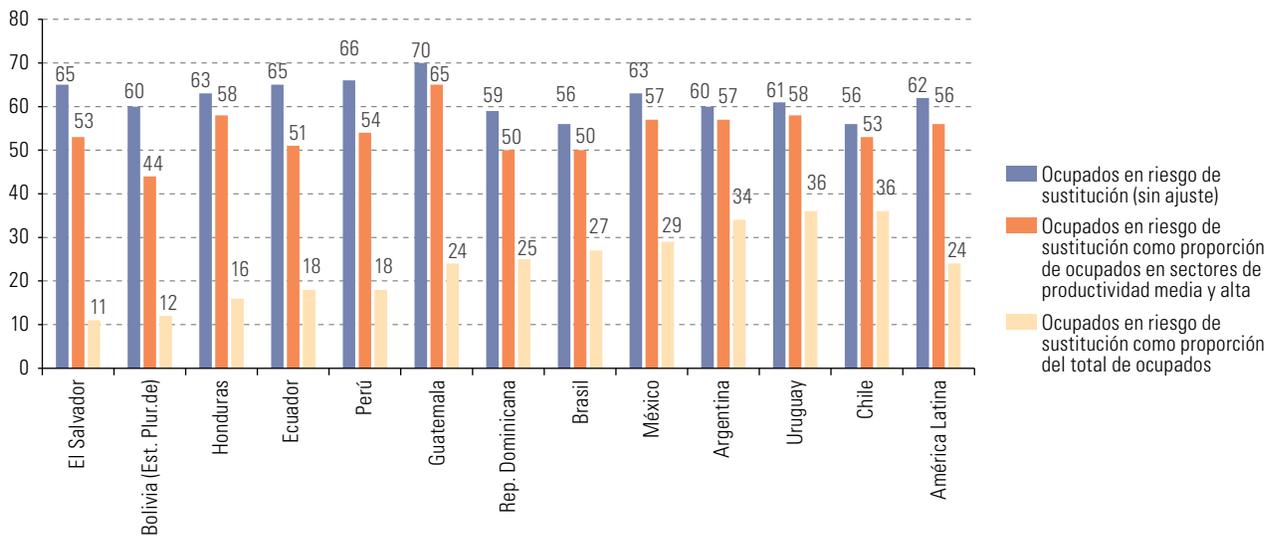
Nota: Sobre la base de datos recopilados en Freelancer.com.

El proceso de digitalización de la economía está transformando los modelos de negocios y producción, con efectos profundos en el mundo del trabajo. La transversalidad de la aplicación de las nuevas tecnologías hará que desaparezcan muchos empleos existentes. Un número aún mayor de empleos serán transformados y otros nuevos se crearán. En las estimaciones sobre el riesgo de destrucción de empleo debido a una mayor automatización basada en la incorporación de soluciones de inteligencia artificial y robótica se considera la factibilidad tecnológica de la sustitución de tareas asociadas a los diversos puestos de trabajo. Mientras más tareas susceptibles de ser automatizadas tenga un puesto de trabajo, mayor será su probabilidad de sustitución.

En la región, el 24% de los ocupados estaría en riesgo de ser sustituido y un 16% de ellos enfrentaría un riesgo alto (Weller, Gontero y Campbell, 2019). A este respecto se tiene en cuenta la existencia de un amplio sector de la economía con necesidades de subsistencia. Este sector se vería asociado a una oferta laboral de baja productividad, estaría ubicado lejos de la frontera tecnológica y no sería objeto de procesos de sustitución o complementariedad de los factores de producción, como sí sucede con los trabajos de los sectores de productividad media o alta. Los empleos a los que se atribuye un riesgo cero de sustitución son los que suelen tener la peor calidad, en términos de ingresos, derechos laborales y sociales, entre otros. La estimación realizada sobre la región según el método original de Frey y Osborne (2017) indica que, en promedio, un 62% de los ocupados corren riesgo de sustitución tecnológica. El 43% de los ocupados enfrentarían un alto riesgo de sustitución (véase el gráfico III.23).

Gráfico III.23

América Latina (12 países): puestos de trabajo susceptibles de ser sustituidos, método Frey y Osborne, versión original y ajustada
(En porcentajes)



Fuente: C. Frey y M. Osborne, "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, 2017.

Tanto en el contexto de la destrucción de empleos existentes como en el de la creación de nuevas oportunidades laborales, se plantea el riesgo de nuevas desigualdades y segmentaciones. Diferentes grupos de ocupados, según el género o el nivel educativo, se ven afectados de manera desigual por los riesgos de sustitución tecnológica. Varios de estos procesos implican riesgos de una mayor polarización y segmentación del mercado laboral, por lo que se requieren políticas públicas coordinadas para enfrentar estos desafíos.

C. Líneas de acción estratégicas para una transformación digital inclusiva

En el contexto de la pandemia, las políticas orientadas a impulsar y ordenar las actividades digitales han adquirido una renovada urgencia y relevancia. Las posibilidades de delinear nuevos senderos de desarrollo y avanzar hacia una recuperación transformadora dependerán de lo que ocurra en el ámbito digital y de cómo se incorpore la transformación digital en la economía y la sociedad.

El intenso y acelerado proceso de digitalización provoca tensiones en diferentes niveles de los marcos normativos y regulatorios. La gobernanza del desarrollo digital requiere la actualización de marcos legales en ámbitos tan diversos como las telecomunicaciones, la competencia, el empleo, la fiscalidad y el comercio, además del establecimiento de nueva normativa e institucionalidad en ámbitos tales como la ciberseguridad, la protección de datos personales, los flujos de datos, la ética y la inteligencia artificial. También es necesario priorizar las políticas públicas que impulsen un ecosistema de innovación en que se interpreten las complejidades, los beneficios y los retos de las plataformas tecnológicas.

Dado el carácter multipropósito y transversal de las tecnologías digitales, varios niveles de gobierno tienen responsabilidades vinculadas a la transformación digital y sus efectos económicos y sociales. Para manejar esta compleja red de ámbitos de política se requiere una visión integral de la política digital a nivel nacional y su articulación entre distintos actores y niveles de gobierno.

Además, la dimensión transfronteriza de la economía digital, así como de sus actores y flujos asociados, impone la necesidad de seguir los avances y lineamientos internacionales en diversas temáticas, considerando la realidad y la perspectiva nacional. Por ese motivo, la coordinación regional en diversos aspectos normativos y regulatorios, en materia de comercio, fiscalidad, flujos de datos, protección de datos y ciberseguridad, también adquiere urgencia y relevancia.

El mundo después de la pandemia no se puede concebir sin la transformación digital. La gobernanza digital debe apuntar a la construcción de un Estado de bienestar, impulsado por un modelo de producción competitivo y sostenible, basado en las nuevas tecnologías. Para ello es necesario:

- Promover la igualdad y la inclusión, universalizar el acceso adecuado a las tecnologías digitales, reducir las barreras socioeconómicas que restringen su aprovechamiento, desarrollar las habilidades necesarias para usarlas y adoptarlas en actividades económicas y sociales, y promover la oferta de soluciones digitales para la prestación de servicios públicos, tales como la educación y la salud.
- Proteger los derechos económicos, sociales y laborales de la población, promoviendo la prestación de servicios públicos y de gobierno por canales digitales, así como la creación de capacidades y habilidades digitales en la población.
- Aumentar la confianza en el uso de soluciones digitales mediante la protección de los datos personales, la prevención de delitos informáticos y la protección de los usuarios y consumidores digitales.
- Promover un cambio estructural mediante la innovación y la difusión tecnológica en el aparato productivo, la creación de nuevos modelos de negocio, la inserción en cadenas globales de valor y la implementación de mecanismos de financiamiento que impulsen la transformación digital.

Por lo tanto, las políticas de desarrollo digital deben enmarcarse en cinco líneas de acción que apunten a: i) construir una sociedad digital inclusiva; ii) impulsar una transformación digital productiva; iii) incrementar la confianza y la seguridad digitales; iv) promover mercados digitales competitivos, y v) fortalecer la cooperación digital regional.

1. Construir una sociedad digital inclusiva

- Acceso a banda ancha de alta velocidad para la participación efectiva en la era digital. Para esto se necesita buscar formas de financiamiento. En ese caso se podría considerar la reforma de los Fondos de Acceso y Servicio Universal (FASU) y la implementación de un entorno de prueba (*sandbox*) regulatorio que permita a los operadores gestionar directamente parte de sus aportes a los FASU para cubrir los costos de la provisión de servicios a los hogares de menores ingresos³. También se requiere la asignación de ingresos de los participantes del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), además de atraer inversiones para ampliar la cobertura de la banda ancha fija y mejorar la velocidad de conexión de la banda ancha móvil.
- Universalización de la conectividad de banda ancha con la creación de una canasta básica digital que permita a los segmentos de la población de menores ingresos acceder a una conectividad efectiva y aprovechar los beneficios derivados del uso de las tecnologías digitales. Dicha canasta estaría compuesta por un plan de banda ancha fija o móvil, uno o más dispositivos de acceso (teléfono inteligente, tableta y computadora portátil) y un plan de fortalecimiento de las habilidades digitales. En este ámbito, es fundamental la coordinación entre el sector público y el privado.
- Revisión de aspectos tributarios para facilitar el acceso a los servicios y a los dispositivos, así como fomentar las alianzas público-privadas con proveedores y fabricantes para lograr condiciones más favorables en la prestación de servicios y la oferta de equipos.
- Acceso y creación de contenido y soluciones digitales relevantes para la población. Ello implica medidas de flexibilización regulatoria, por ejemplo, en materia de neutralidad de la red, que incentiven el uso de servicios de educación, salud y gobierno en línea mediante la aplicación de tarifas cero, que permitan el acceso a estos servicios sin costo para el usuario. Además, se debe contemplar el desarrollo de aplicaciones móviles para acceder a tales servicios.
- Elaboración e implementación de políticas e instrumentos que contemplen criterios socioeconómicos, geográficos, etarios y de género.

2. Impulsar una transformación digital del sector productivo

- Favorecer la incorporación de las tecnologías digitales avanzadas en los procesos de producción (cadenas de aprovisionamiento, procesamiento, manufactura y operaciones), así como en los canales de distribución. Ello implica desde la adopción de acciones de sensibilización sobre el potencial de las diversas soluciones tecnológicas, hasta la creación de capacidades digitales, pasando, por ejemplo, por la creación de plataformas digitales de comercio.
- Agilizar el despliegue de redes de comunicación móvil de 5G que habiliten el uso de soluciones avanzadas en el ámbito productivo. Ello requiere avanzar en los procesos de asignación de espectro y convocatoria a concurso para la prestación de servicios comerciales de 5G, además de actualizar los marcos regulatorios del sector de las telecomunicaciones.
- Promover el emprendimiento digital mediante el desarrollo de mecanismos de financiamiento que faciliten la creación de empresas emergentes y de base tecnológica.
- Fomentar la capacitación laboral y los sistemas de formación en áreas relacionadas con las tecnologías digitales, con el propósito de incentivar el desarrollo de los ecosistemas digitales y lograr una mayor empleabilidad.
- Elaborar e implementar políticas específicas que se adapten a las características del territorio productivo, las peculiaridades de las tecnologías que se quieren difundir y las especificidades de las industrias y empresas relacionadas, en términos de capacidades de producción, gestión y conexión con el entorno.

³ La autorización para la gestión propia de recursos podría estar sujeta al cumplimiento de condiciones determinadas por el regulador que incentivarían la competencia entre los proveedores de servicios, lo que se traduciría en una oferta de mejores condiciones con el fin de obtener dicha autorización.

- Impulsar la innovación pública. El aparato de gestión pública también debe transformar sus procesos de prestación de servicios. El potencial de las tecnologías digitales en cuanto a eficiencia y eficacia se aprovecha cuando todos los actores del ecosistema adoptan estas soluciones. Las innovaciones digitales en los procesos entre gobierno y empresas también son fundamentales para crear sinergias que impulsen la adopción de estas tecnologías.

3. Promover la confianza y la seguridad digitales

- Formular estrategias nacionales de ciberseguridad que ayuden a enfrentar los ataques cibernéticos de manera coordinada entre agentes públicos y privados.
- Fortalecer la institucionalidad y los marcos normativos en el ámbito de la privacidad de los datos y la ciberseguridad. Es urgente actualizar los marcos regulatorios e institucionales de protección de datos, así como crear la institucionalidad adecuada para su implementación. Las normas de ciberseguridad también deben apuntar a la protección de la infraestructura crítica, donde las amenazas pueden atentar contra el suministro de servicios públicos (agua, energía eléctrica, telecomunicaciones, transporte, cadena logística y sistemas portuarios, entre otros).

4. Promover mercados digitales justos y competitivos

- Garantizar que los datos no se utilicen ni se mantengan de forma anticompetitiva, a fin de permitir un acceso justo para todos los actores.
- Desarrollar estrategias y políticas que integren la promoción de la competencia y la protección de datos para garantizar el acceso a los mercados sin amenazas a la seguridad de las partes involucradas. En un contexto de digitalización, definir la propiedad de los datos es fundamental para la regulación. Por ende, se hace necesario ajustar las políticas antimonopolio con regulaciones en materia de privacidad.
- Facilitar el acceso a datos (por ejemplo, mediante un mercado al que se acceda pagando una tarifa) y garantizar un nivel adecuado de protección de la información con el fin de mejorar la posición competitiva de las mipymes en la economía digital.

5. Fortalecer la cooperación digital regional

- Crear las condiciones para fortalecer la cooperación digital regional. En la actualidad, la región carece de un marco institucional para la discusión de políticas, normas y estándares.
- Promover una mayor articulación de la región y de los bloques subregionales para definir las prioridades temáticas y su gestión operativa. En este sentido destaca la plataforma de la Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina y el Caribe, que constituye un espacio para la definición de principios y prioridades comunes al convocar a 33 países de la región y a representantes del sector privado, la sociedad civil y la comunidad técnica⁴.
- Impulsar un mercado digital regional que permita establecer una estrategia colectiva para incrementar el comercio, expandir la economía digital y fortalecer la competitividad mediante la coherencia regulatoria, la integración de la infraestructura y el desarrollo de las plataformas digitales, los flujos de datos transfronterizos y las medidas de facilitación del comercio. En este sentido, se podría avanzar en la armonización regulatoria en algunos bloques comerciales, como la Alianza del Pacífico, el Proyecto Mesoamérica o el Mercado Común del Sur (MERCOSUR).

⁴ Entre otros acuerdos alcanzados en el marco de la Agenda Digital para América Latina (eLAC2022) cabe mencionar los referentes a impulsar el desarrollo de la infraestructura digital y masificar la conectividad, impulsar el desarrollo de habilidades digitales, promover la perspectiva de inclusión en el diseño de las políticas, coordinar acciones orientadas a garantizar la privacidad y la protección de datos personales, y fomentar el uso de tecnologías digitales para la recuperación económica (prestando especial atención a las mipymes), así como promover la creación de un mercado digital regional.

Bibliografía

- Brynjolfsson, E. y A. McAfee (2014), *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, Nueva York, W. W. Norton & Company.
- Bukht, R. y R. Heeks (2017), "Defining, conceptualising and measuring the digital economy"; *Development Informatics Working Paper series*, N° 68, Centre for Development Informatics, Universidad de Manchester.
- Cabello, S (2021), *Latam Digital Policy Strategy Review*, Buenos Aires, septiembre, SmC+ Digital Public Affairs.
- Carmona, R., J. Amato Neto y R. Ascúa (2020), "Industria 4.0 en empresas manufactureras del Brasil"; *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/136), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2021a), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2021* (LC/PUB.2021/8-P), Santiago.
- _____(2021b), *Tecnologías digitales para un nuevo futuro* (LC/TS.2021/43), Santiago.
- _____(2020), "Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19"; *Informe Especial COVID-19*, Santiago, agosto.
- _____(2019), *Análisis de la huella digital en América Latina y el Caribe: enseñanzas extraídas del uso de macrodatos (big data) para evaluar la economía digital* (LC/TS.2019/12/Rev.1), Santiago.
- Comisión sobre la Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible (2021), *21st Century Financing Models for Bridging Broadband Connectivity Gaps*, septiembre [en línea] https://www.broadbandcommission.org/wp-content/uploads/2021/09/Executive_Summary_1709-2.pdf.
- Coursera (2020), *Global Skills Index 2020*, julio.
- EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria) (2021), "Número de startups no agro aumentou 40% em relação a 2019"; 25 de mayo [en línea] <https://www.embrapa.br/informatica-agropecuaria/busca-de-noticias/-/noticia/62003009/numero-de-startups-no-agroaumentou-40-em-relacao-a-2019>.
- Frey, C. y M. Osborne (2017), "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?"; *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114.
- GSMA (2021a), *The Mobile Economy 2021* [en línea] <https://data.gsmainelligence.com/research/research/research-2021/the-mobile-economy-2021>
- _____(2021b), *The State of Mobile Internet Connectivity 2021* [en línea] <https://data.gsmainelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=65765378&file=280921-state-of-mobile-internet-connectivity-2021.pdf>.
- _____(2020), *The Mobile Economy Latin America 2020* [en línea] https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/12/GSMA_MobileEconomy2020_LATAM_Eng.pdf.
- Hilbert, M. (2021), "Grandes datos para monitorear los efectos del COVID-19 en la economía digital en América Latina y el Caribe"; Observatorio Regional de Desarrollo Digital, inédito.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2020), *OECD Digital Economy Outlook 2020*, París, OECD Publishing [en línea] <https://doi.org/10.1787/bnb167041-en>.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2020), "Working from home: estimating the worldwide potential"; *Policy Brief*, abril, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_protect/-protrav/-travail/documents/briefingnote/wcms_743447.pdf.
- Oostrom, L. y otros (2016), "Measuring the internet economy in The Netherlands: a big data analysis"; *CBS Discussion Paper*, La Haya, Statistics Netherlands.
- Schwab, K. (2016), "The fourth industrial revolution: what it means and how to respond"; Ginebra, Foro Económico Mundial, 14 de enero [en línea] <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y otros (2021), *What's Next? Lessons on Education Recovery: Findings from a Survey of Ministries of Education amid the COVID-19 Pandemic*, París, Washington D.C.
- Weller, J., S. Gontero y S. Campbell (2019), "Cambio tecnológico y empleo: una perspectiva latinoamericana. Riesgos de la sustitución tecnológica del trabajo humano y desafíos de la generación de nuevos puestos de trabajo"; *serie Macroeconomía del Desarrollo*, N° 201 (LC/TS.2019/37), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).



CAPÍTULO IV

Tecnología e innovación para una producción más sostenible

- A. La necesidad de avanzar hacia un consumo más sostenible
 - B. Mas allá del consumo: la relevancia de una producción más sostenible
 - C. La ecoinnovación y el cambio tecnológico para impulsar una producción más sostenible
 - D. Políticas e instrumentos para impulsar la ecoinnovación y una producción más sostenible
- Bibliografía

A. La necesidad de avanzar hacia un consumo más sostenible

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 en lo ambiental. En particular sobre este último punto, 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 donde las infraestructuras de transporte y los edificios, así como los métodos de producción, construcción y distribución, hagan un uso eficiente de la energía, el agua y los recursos, de forma que se limite la generación de desechos y emisiones y se potencie la reducción del consumo, la reutilización, el reciclaje y la recuperación.

El consumo y la producción sostenibles tratan de incentivar el uso de servicios y productos que den respuesta a las necesidades básicas de la población y la calidad de vida y que al mismo tiempo permitan reducir el uso de recursos naturales y de materiales tóxicos, así como las emisiones de desechos y de sustancias contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto, con el fin de no poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. A ese respecto, el desarrollo de la ciencia, tecnología y la innovación desempeñan un papel fundamental (CEADU, 2016). Estas iniciativas no solamente permiten reducir el impacto ambiental de los procesos productivos, sino que también dan lugar a nuevas oportunidades económicas con impactos positivos sobre el empleo y los ingresos de las personas.

América Latina y el Caribe exhibe un problema ambiental cada vez mayor, sobre todo en relación con la degradación de bosques, suelos y agua, los eventos climáticos extremos y la contaminación del aire. Por otra parte, la creciente demanda de bienes y servicios de la población incrementa cada vez más las presiones sobre el medio ambiente. En este sentido, es evidente que la única manera de alcanzar las expectativas de crecimiento y calidad de vida de una forma sostenible será si se logra un cambio estructural y tecnológico que permita un mayor dinamismo económico, con mayor productividad y eficiencia ambiental (CEPAL, 2018).

La economía mundial depende de la extracción y el consumo de materias primas. Por ese motivo, uno de los objetivos primordiales para armonizar la actividad económica y el cuidado del medio ambiente consiste en disminuir la necesidad de recursos naturales para mejorar el desempeño productivo y el crecimiento. Si se observan las tendencias en la huella material entre distintas regiones, se pueden apreciar diferencias considerables. Por ejemplo, al analizar la relación entre la producción económica y el consumo interno de materiales en América Latina y el Caribe se observa una tendencia lineal en las últimas décadas. Si bien la región cuenta con una mayor productividad material que China y Asia y el Pacífico, presenta brechas significativas en comparación con América del Norte y Europa (véase el gráfico IV.1).

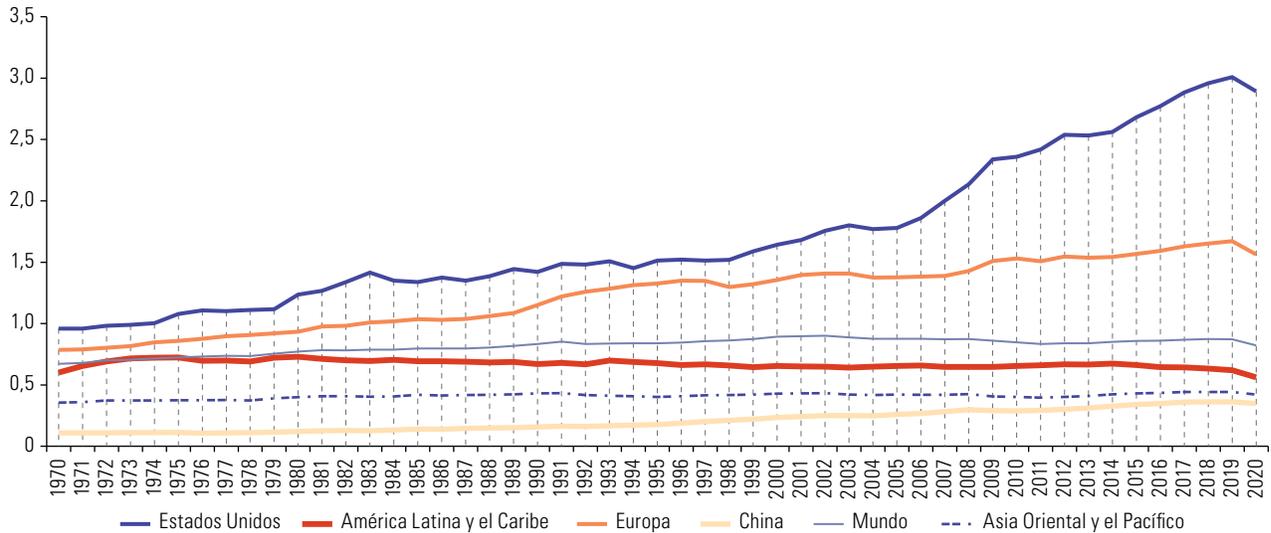
El consumo interno de materiales sigue creciendo en términos absolutos a nivel mundial¹. No obstante, se han observado ciertos progresos en la disociación de la extracción y el consumo de estos materiales y el crecimiento económico, sobre todo en los países desarrollados (véase el gráfico IV.2). Las diferencias en la productividad material se deben principalmente a dos aspectos. El primero tiene que ver con la mejora tecnológica y una mayor eficiencia de los recursos, y el segundo, con la transición de una estructura productiva extractiva e intensiva en recursos naturales hacia una economía basada en servicios de bajo consumo material (PNUMA, 2021). En esencia, la eficiencia ambiental se vincula con el cambio estructural y la necesidad de desarrollar nuevos sectores que incorporen de forma considerable innovaciones y avances tecnológicos que permitan un drástico aumento de la productividad de los recursos (CEPAL, 2020).

¹ Incluye la biomasa, los minerales metálicos y no metálicos, los crudos y procesados.

Gráfico IV.1

Productividad material a nivel mundial y por regiones, 1970-2020

(En dólares constantes de 2015 del PIB por kilogramo de consumo interno de materiales)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Global Material Flows Database [en línea] <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>.

Nota: La información correspondiente a los años 2018 a 2020 es una estimación.

Gráfico IV.2

América Latina y el Caribe, Europa y Estados Unidos: tendencias de consumo interno de materiales y PIB, 1970-2020

(Índice: 1970=100)

A. América Latina y el Caribe

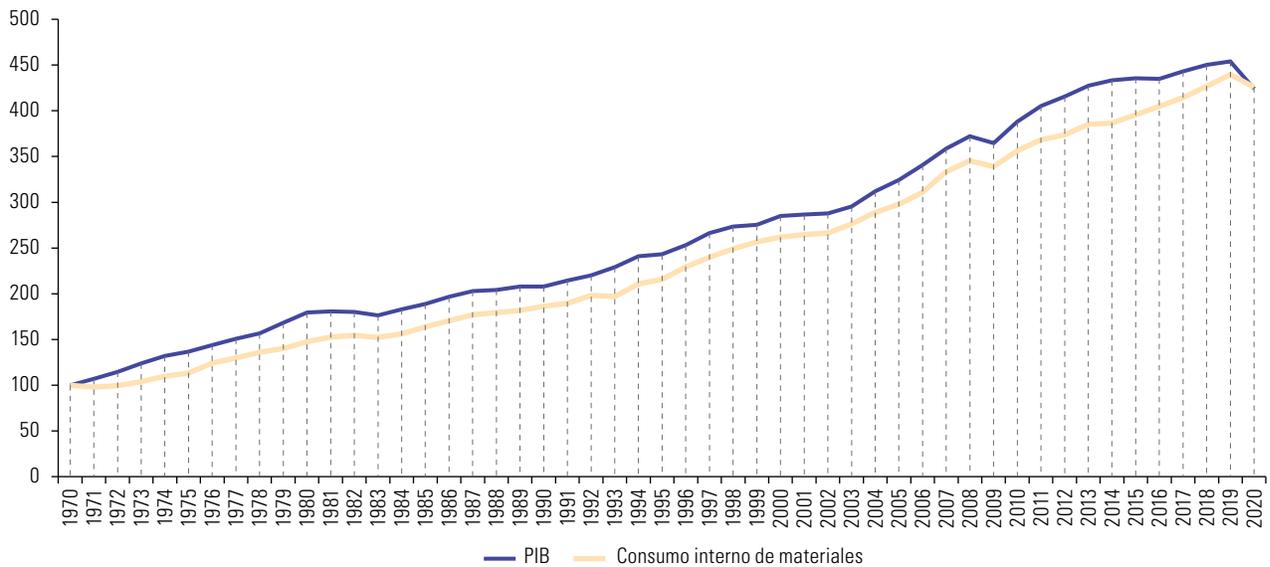
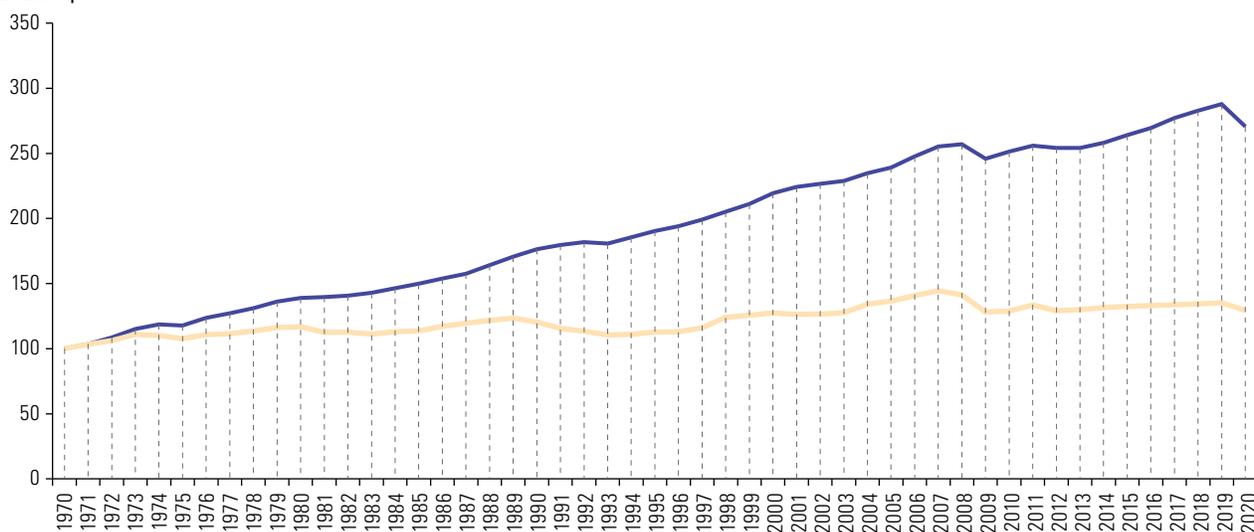
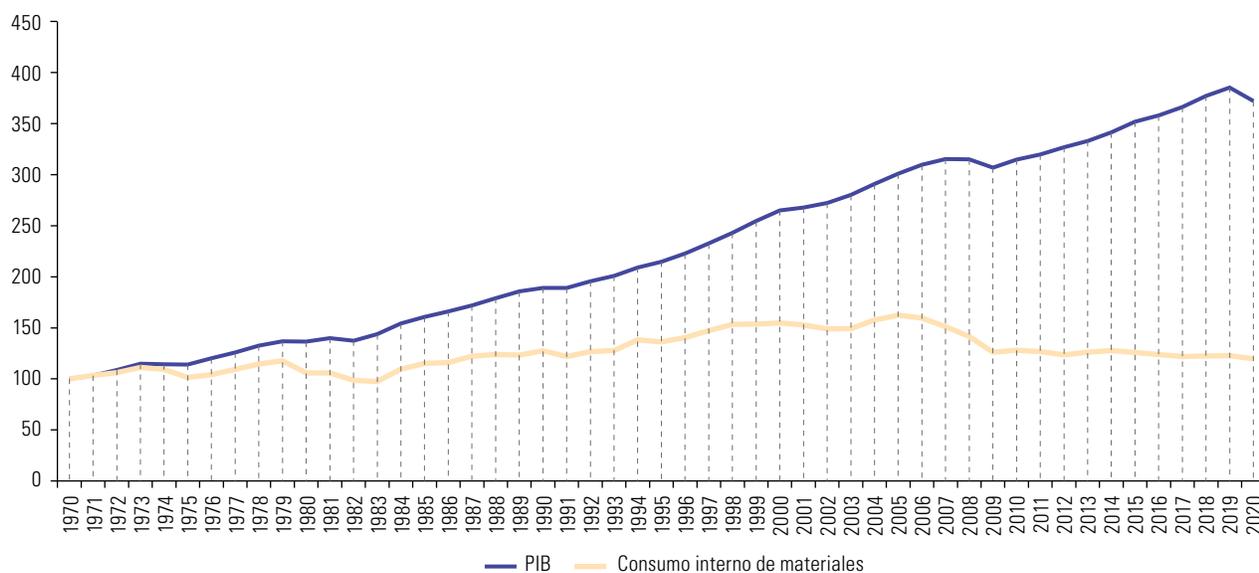


Gráfico IV.2 (conclusión)

B. Europa



C. Estados Unidos



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Global Material Flows Database [en línea] <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>.

Nota: La información correspondiente a los años 2018 a 2020 es una estimación.

B. Mas allá del consumo: la relevancia de una producción más sostenible

El avance hacia una producción más sostenible refuerza y se alinea con un concepto más amplio como el desarrollo sostenible, cuyo paradigma se centra en el objetivo de alcanzar de forma simultánea y equilibrada el crecimiento económico, el progreso social y la protección del medio ambiente. Esta propuesta reconoce que las tendencias actuales de producción y consumo provocarán irremediamente una escasez y desgaste de los recursos naturales, con consecuencias negativas e insospechadas para la sociedad y el ser humano. En

este contexto, es necesario impulsar el cambio técnico y estructural para que el sector productivo reduzca su impacto ambiental y, a la vez, se impulse un modelo de crecimiento sostenible (Rovira, Schaper y Patiño, 2017).

Los cambios en los patrones de consumo deben ir acompañados por cambios en los patrones de producción. De lo contrario, ello podría derivar en la insostenibilidad del modelo de desarrollo, con importantes impactos sobre el PIB, los ingresos de las personas y la capacidad de consumo. Se reforzaría un tipo de “modernidad de escaparate”, donde los patrones de consumo reproducen la dependencia de las tecnologías producidas en los países desarrollados y no van acompañados de cambios en los patrones de producción de las economías en desarrollo (Rovira e Hiriart, 2014).

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 otro lado, 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. Este sesgo produce externalidades negativas que perjudican el entorno natural.

A estos retos se suma una alta heterogeneidad empresarial. Hay un gran número de empresas de menor tamaño y de baja productividad que enfrentan desafíos importantes en su capacidad innovadora y orientación exportadora, con dificultades de acceso a tecnología y financiamiento. Estos aspectos representan una de las características centrales de la estructura productiva de la región y refuerzan las dificultades de las empresas, en especial de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), de responder a regulaciones ambientales más estrictas y promover cambios en los procesos de producción y comercialización e invertir en equipos y tecnología.

Si bien los desafíos en la transición hacia modelos productivos sostenibles son diversos, también existen varios beneficios. Entre ellos se encuentran los ahorros de recursos como consecuencia de la adopción de tecnologías más eficientes en los procesos productivos. Por otra parte, la producción sostenible promueve la adopción de tecnologías más limpias y estrategias de negocio que motivan la innovación y el avance tecnológico. Todo ello tiene el potencial de incentivar el progreso científico y tecnológico, propiciar nuevas sinergias y reorientar las inversiones hacia una trayectoria de crecimiento bajo en carbono y con mejor desempeño ambiental.

Del mismo modo, la producción de bienes y servicios más sostenibles pueden traducirse en oportunidades económicas para acceder a nuevos mercados con mayor valor agregado, aprovechando la demanda creada por una creciente conciencia ambiental. Estos cambios pueden motivar la innovación, el emprendimiento y la creación de empleos mediante la generación de valor en la resolución de problemas ambientales. En este marco, existen datos concluyentes que indican que la oferta de bienes y servicios ambientales en la región es insuficiente. Las empresas no logran cubrir las necesidades que plantea la regulación ambiental o de mercado, por lo que terminan importando una buena parte de estas tecnologías y servicios (CEPAL, 2006).

La creación de nuevas capacidades productivas y la adopción de tecnologías limpias exigen que las empresas promuevan estrategias de negocio responsables con el medio ambiente y que concilien la incorporación de tecnología, conocimiento e innovación en los procesos productivos con miras a avanzar hacia un crecimiento más inclusivo y sostenible. Las economías capaces de asumir este nuevo paradigma podrán encontrar oportunidades no solo de reducir su impacto ambiental, sino también de modificar su composición sectorial y promover la innovación y difusión tecnológica.

El reto de la producción sostenible requiere la aplicación de políticas tecnológicas e industriales con continuidad y coherencia, que motiven la coordinación de instituciones en diversas áreas económicas, productivas y medioambientales. Además, se requieren agendas que fijen objetivos y metas concretas de corto, mediano y largo plazo en torno a las prácticas ambientales de las empresas. Por consiguiente, también es fundamental que este conjunto de políticas se base en un análisis profundo del comportamiento ambiental del sector productivo. En este sentido, monitorear y analizar el progreso de los distintos ámbitos de la producción sostenible es un aspecto clave para conocer el estado de los países en cuanto a sus esfuerzos encaminados a disociar su crecimiento económico del impacto ambiental.

1. Intensidad carbónica de los procesos industriales

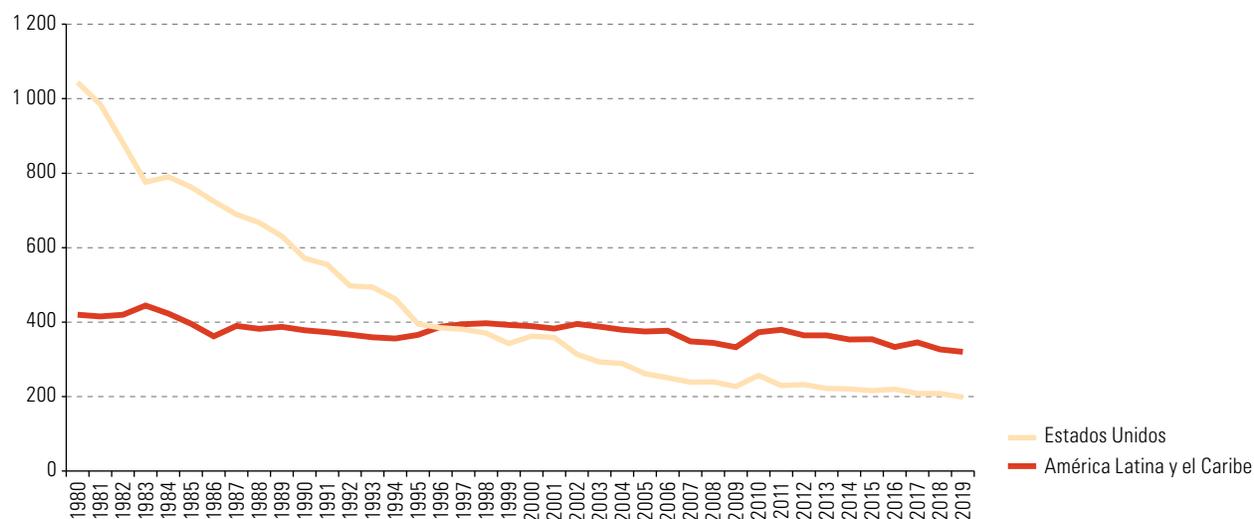
Los datos existentes sugieren que, a medida que las economías se industrializan, su impacto ambiental aumenta. Sin embargo, cuando estas economías alcanzan un punto crítico en su nivel de desarrollo y su composición sectorial cambia hacia actividades basadas en la provisión de servicios, su impacto ambiental se reduce. Exhiben entonces una relación inversa entre el nivel de ingreso y las emisiones de CO₂. Sin embargo, esta relación no siempre es lineal. Por ejemplo, en el caso de América Latina y el Caribe, a pesar de que los niveles de ingreso han aumentado en las últimas décadas, los indicadores de intensidad material, energética y de emisiones de CO₂ se han mantenido constantes. Esta situación se debe principalmente a que se mantiene una estructura productiva poco diversificada, con base extractivista y con escaso desarrollo científico y tecnológico. Ese desarrollo permitiría llegar a soluciones innovadoras que transformen los procesos productivos (CEPAL, 2018).

Evidentemente, la reducción del impacto medioambiental requiere un cambio estructural y técnico que América Latina y el Caribe todavía no ha alcanzado. Si se analizan las tendencias en la intensidad de emisiones de CO₂ en el sector manufacturero, se puede apreciar que están estancadas desde hace décadas en comparación con los niveles de países más avanzados como los Estados Unidos (véase el gráfico IV.3). Está claro que, en términos absolutos, los países industrializados son responsables de la mayor cantidad de emisiones de CO₂ a nivel mundial. No obstante, los esfuerzos de eficiencia ambiental deben ser parte de la agenda económica de todos países para construir una trayectoria sostenible a mediano y largo plazo. Existen diversas medidas que se pueden tomar en el ámbito industrial para afrontar el reto del cambio climático sin perder competitividad. Entre ellas cabe mencionar la mejora de la eficiencia energética (que puede lograrse mediante auditorías y sistemas de gestión de eficiencia energética), el uso de energías renovables y la optimización de productos y procesos y de la captura de CO₂. En especial, la aplicación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCS) pueden ser una opción viable y clave para reducir la emisión de CO₂ en procesos industriales (AIE/ONU, 2011).

Gráfico IV.3

América Latina y el Caribe y Estados Unidos: CO₂ emitido por cada 1.000 millones de dólares de PIB manufacturero

(En toneladas métricas de CO₂ por 1.000 millones de dólares del PIB)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), "CO₂ Emissions by product and flow" [base de datos en línea] https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-co2-emissions-from-fuel-combustion-statistics/co2-emissions-by-product-and-flow_data-00430-en.

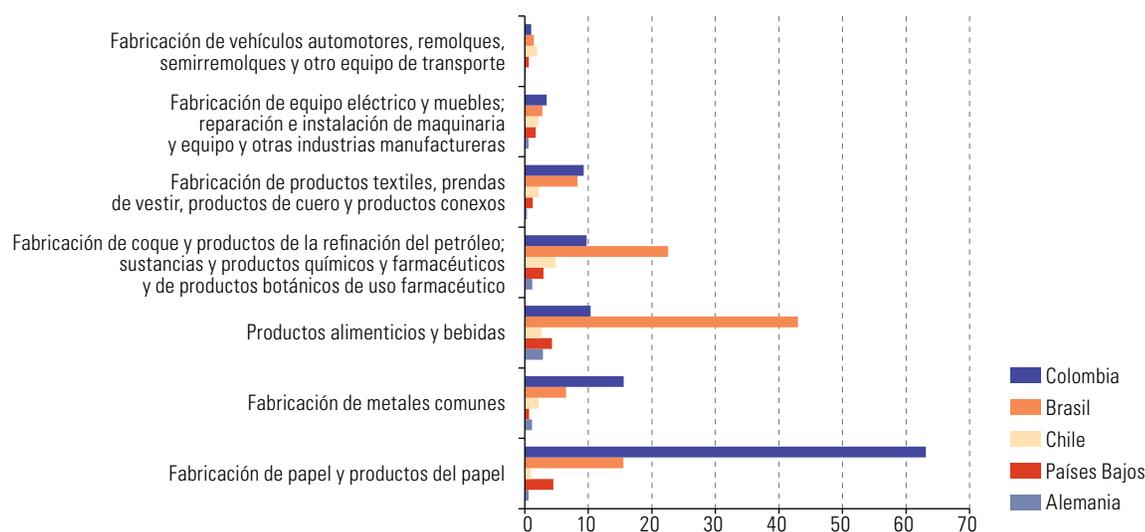
2. Productividad medioambiental de los recursos: el caso del agua en los procesos industriales

Una producción sostenible se caracterizaría por la eficiencia en el uso de las materias primas. En muchas ocasiones se habla de un uso consuntivo, entendido como el uso que se destina al proceso de producción, en cuyo caso el recurso no retorna al medio del que ha sido extraído. El uso del agua es un ejemplo claro de un uso consuntivo de un recurso en un proceso productivo (Rovira, Schaper y Patiño, 2017). En el caso particular del agua, este recurso no es solo fundamental para el proceso productivo, sino también un recurso escaso y vital para los seres humanos y el entorno natural. Un consumo innecesario de agua en actividades empresariales provocará una reducción de su disponibilidad para otros fines. Muchos países ya están enfrentando una brecha creciente entre la demanda y la oferta de agua. Según UNESCO (2019), más de 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un alto estrés hídrico.

El tratamiento del agua en el sector industrial es crítico para una producción sostenible. Esto se debe no solo al peso que tiene actualmente en la demanda total de este recurso, sino también a que se espera que crezca considerablemente en las próximas décadas, vinculado principalmente a la expansión de las actividades de manufactura. Las estimaciones a nivel mundial indican que la demanda de agua en el sector manufacturero se triplicará entre 2020 y 2050, pues pasará de 578.000 millones a 1.552 billones de m³ (OCDE, 2019). Además, el costo del agua está aumentando debido a los estándares de calidad, a una regulación ambiental más estricta y a la falta de capacidad para el tratamiento de aguas. Por este motivo, la gestión del agua es una parte crítica de la producción sostenible en las empresas.

Si se analiza la intensidad en el consumo de agua de un grupo de subsectores del sector industrial, se pueden observar diferencias importantes entre los países. En esta revisión, se comprueba con claridad que existen actividades que son mucho más intensivas en el uso de este recurso que otras. Por ejemplo, la fabricación de productos de papel, de metales comunes y de productos alimenticios y bebidas consume más agua que la fabricación de vehículos automotores y equipo eléctrico. Asimismo, se observa que países como el Brasil y Colombia tienen una intensidad elevada de uso de agua en comparación con países como Alemania y los Países Bajos. En el caso de Chile, los indicadores de intensidad en el uso de agua se encuentran más cercanos al comportamiento de los países europeos incluidos en este análisis. Chile llega a tener valores menores en subsectores como el de fabricación de papel y productos asociados si se compara con los Países Bajos, o el de los productos alimenticios y bebidas si se compara con Alemania (véase el gráfico IV.4).

Al igual que con otros recursos, una gran parte de las oportunidades para conseguir una mayor eficiencia en la demanda de agua están vinculadas a los incentivos económicos y la reducción de los costos. Si bien los costos relacionados con el agua pueden variar según la industria de que se trate, las estimaciones sugieren que pueden representar el 6% de los costos de producción. Las soluciones a la gestión del agua pueden variar de acuerdo con el costo y el nivel de compromiso empresarial, pero entre ellas cabe mencionar principalmente la mejora de la gestión de residuos, la mejora del tratamiento de aguas residuales y los cambios en el proceso de producción, además de otras acciones más costosas que implican un análisis sistemático de la reducción del uso del agua y los costos asociados (Puigjaner, Espuña y Almató, 2000). Por este motivo, es necesario lograr una mayor sensibilización sobre el tratamiento del agua, desarrollar procesos de monitoreo que permitan contar con información confiable y comparable para la toma de decisiones, y compartir los casos exitosos y las mejores prácticas, además de realizar auditorías para el rediseño de procesos y la incorporación de tecnología en procesos específicos.

Gráfico IV.4**Intensidad del uso de agua***(En metros cúbicos por cada 1.000 dólares de valor agregado)*

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE); Agencia Nacional de Aguas del Brasil (ANA), *Água na indústria: uso e coeficientes técnicos*, Brasilia, 2017; Comisión Europea, Eurostat [base de datos en línea] <https://ec.europa.eu/eurostat>.

Nota: La información del Brasil corresponde al año 2015, la de Alemania, Colombia y los Países Bajos, a 2016 y la de Chile, a 2017. En Chile no se incluye el sector de coque y productos de la refinación del petróleo.

C. La ecoinnovación y el cambio tecnológico para impulsar una producción más sostenible

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. Como consecuencia de estos cambios, se producen a su vez externalidades positivas basadas en la demanda de bienes y servicios medioambientales, que se traducen en oportunidades de emprendimiento y en fuentes de empleo (Álvarez, Fernández y Romera, 2014).

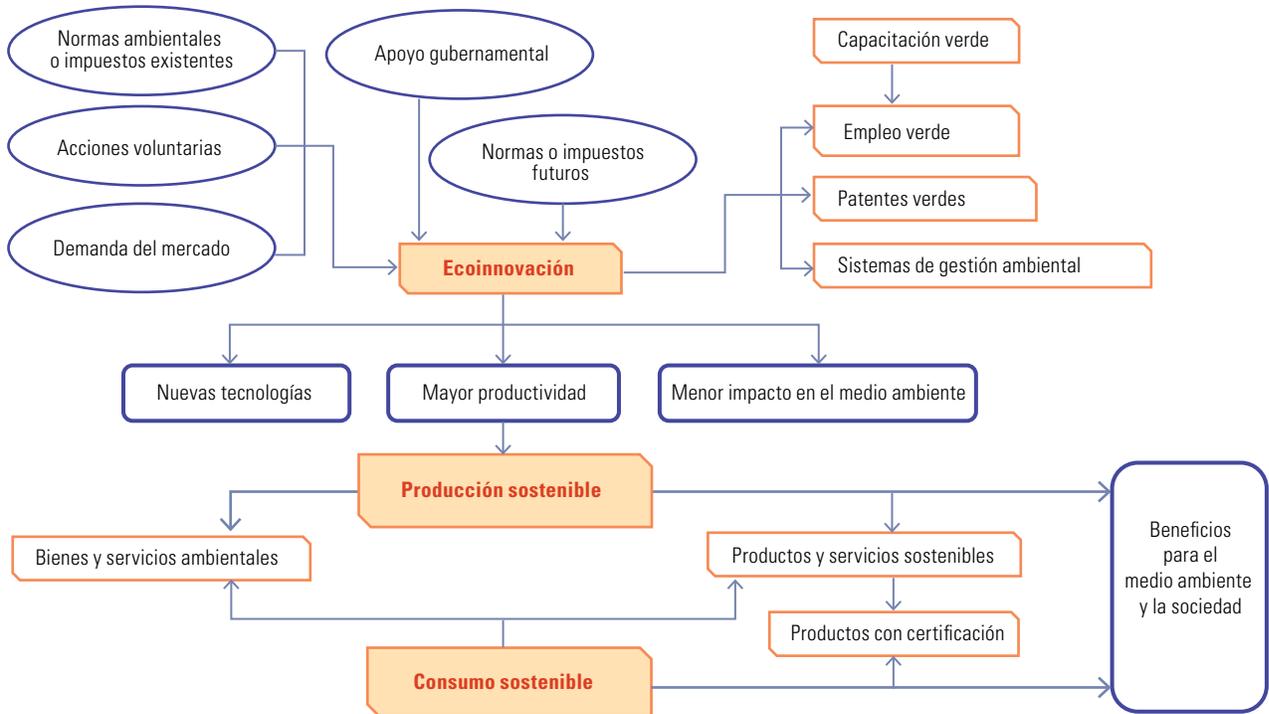
Desde el mundo empresarial, el discurso ambiental también se ha sumado a las estrategias de innovación. En este caso, se promueven nuevas formas de hacer negocios y se insiste en la necesidad de mejorar la productividad de los recursos. Por su parte, también la creciente demanda relacionada con el cumplimiento de las regulaciones ambientales (cada vez más estrictas) y la importancia de reducir los costos han impulsado los esfuerzos encaminados a aumentar la eficiencia energética, reducir el volumen de residuos, promover el reciclaje y optimizar los embalajes.

Resulta cada vez más obvio que las expectativas de consumo y calidad de vida solo se podrán cumplir de una manera sostenible si se logra multiplicar la producción económica a partir, por ejemplo, de la tonelada de cobre, la hectárea de tierra o el barril de petróleo. En esencia, la necesidad de ahorrar recursos ha supuesto transitar desde soluciones ambientales al final de la vida del producto a otras que priorizan el desempeño ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida. Incluso se ha incentivado la producción en circuito cerrado y la reutilización de los productos una vez cumplida su vida útil. En definitiva, estos nuevos enfoques y modelos de negocio, que además incorporan importantes innovaciones y avances tecnológicos, implican un aumento en la productividad de los recursos.

Existen varios factores que influyen en la ecoinnovación, en los ámbitos de impacto previsto (productividad, innovación, menor impacto medioambiental) y en su relación con otros conceptos como la producción y el consumo sostenible (véase el diagrama IV.1). La introducción de nuevas tecnologías puede favorecer el desarrollo de nuevas actividades de producción de bienes y servicios ambientales y un incremento del empleo vinculado a estas actividades, conocido como empleo verde. Con este fin se requieren políticas industriales, tecnológicas, de innovación y de capacitación que contribuyan a avanzar hacia modelos de consumo y producción sostenibles en la región. Sin duda, ello es clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe.

Diagrama IV.1

Determinantes sobre la ecoinnovación y su relación con la producción y el consumo sostenibles



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En diversos estudios se han analizado los determinantes de la ecoinnovación y sus diferencias respecto del resto de las innovaciones (Porter y Van der Linde, 1995; Rennings, 2000). Básicamente, además de los factores de impulso a la demanda (*market pull*), el desarrollo de tecnologías (*technology push*) y los aspectos específicos de la empresa, las ecoinnovaciones son especialmente impulsadas y determinadas por el marco regulatorio (*regulatory push-pull*). De esta forma, las regulaciones y políticas ambientales pueden actuar sobre las externalidades negativas de la actividad empresarial, mediante la imposición de límites a determinadas actividades (por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero o el uso de sustancias contaminantes). Por otro lado, pueden operar como incentivos y políticas de demanda (por ejemplo, subsidios, compras públicas) (Rovira, Schaper y Patiño, 2017).

Si bien la ecoinnovación es un término amplio, que incluye todas las innovaciones que tienen un objetivo ambiental, ya sean de proceso, de producto u organizativas, de forma genérica se puede analizar desde una perspectiva basada principalmente en cuatro ámbitos: insumos, productos directos, productos indirectos e impactos (Machiba, Bonturi y Pilat, 2009). En el caso de América Latina y el Caribe, es aún débil el entorno para promover la innovación en general y, específicamente, la innovación ambiental. Esto se desprende de un análisis de los recursos generales y específicos que destinan los países de la región a estos objetivos, que se traducen en una menor creación de nuevas innovaciones medioambientales (Cleantech Group y otros, 2017).

1. Insumos y capacidades para la ecoinnovación

Como se mencionó anteriormente, 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.

Lo anterior pone de manifiesto la falta de una visión estratégica que apunte a la ciencia, la tecnología y la innovación como factores clave del desarrollo de la región. No obstante, también se debe a factores más profundos, como la composición sectorial de esta inversión debido a una estructura productiva poco proclive a la investigación y la ciencia. Por ejemplo, mientras que en los países avanzados el principal origen del financiamiento es el sector privado, en la región el sector público es el que más contribuye a destinar fondos con fines de I+D.

Por otra parte, 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 México y Costa Rica, 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 investigación y desarrollo 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 de su PIB al gasto en I+D ambiental (véase el cuadro IV.1).

Cuadro IV.1

América Latina y el Caribe (8 países), España y Estados Unidos: gasto público en I+D con objetivos medioambientales (control y cuidado del medio ambiente) en relación con el PIB, último año disponible (En porcentajes)

País	Gasto en I+D en control y cuidado del medio ambiente como porcentaje del gasto total en I+D	Gasto en I+D en control y cuidado del medio ambiente como porcentaje del PIB
Argentina	5,39	0,030
Chile	0,59	0,002
Costa Rica	9,62	0,044
El Salvador	1,65	0,002
Guatemala	0,01	0,000003
México	9,18	0,036
Paraguay	1,07	0,001
Trinidad y Tabago	14,29	0,013
España	5,44	0,068
Estados Unidos	7,30	0,123

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD.Stat [base de datos en línea] <https://stats.oecd.org/>.

Nota: La información de la Argentina, Costa Rica, El Salvador, México y Trinidad y Tabago corresponde a 2016. La información de Chile corresponde a 2017. La de España, Guatemala y el Paraguay corresponde a 2019, y la de los Estados Unidos, a 2018. En España los gastos desagregados por objetivo socioeconómico no incluyen el sector empresarial; a partir de 2004, la serie ha sido revisada por el Ministerio de Ciencia e Innovación, mediante la nueva clasificación de la Nomenclatura para el análisis y comparación de programas y presupuestos científicos (NABS) 2007. En los Estados Unidos, a partir de 2006 se produce un cambio en la clasificación por objetivos socioeconómicos. En El Salvador los datos consignados como gasto en ciencia y tecnología corresponden al gasto realizado por los sectores de educación superior y gobierno. En Guatemala la información consignada corresponde al gasto de los sectores de gobierno y educación superior. En México la información consignada como gasto en actividades de ciencia y tecnología se refiere únicamente al gasto federal en ciencia y tecnología.

2. Productos intermedios de la ecoinnovación

Al revisar el comportamiento de las patentes a nivel mundial se puede observar que muchos países están dirigiendo su esfuerzo innovador hacia ámbitos relacionados con el cuidado del medio ambiente, como la contaminación ambiental, el agua y la mitigación del cambio climático. La mayor parte de las innovaciones y de la producción de patentes en este ámbito (energías renovables, vehículos eléctricos e híbridos, eficiencia energética en edificios, tratamiento de aguas y residuos, entre otras) se concentran en 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 ambientales al año que América Latina y el Caribe en su conjunto. Esta diferencia también es significativamente mayor en comparación con países como Alemania, el Japón o la República de Corea. Sin embargo, también llama la atención el hecho de que la región lograra duplicar la cantidad de patentes en esta área entre los periodos 2000-2009 y 2010-2018. Por otra parte, de manera proporcional, el peso de las patentes ambientales sobre el total es superior en América Latina y el Caribe que en los Estados Unidos y China (véase el cuadro IV.2).

Cuadro IV.2

Patentes totales y ambientales por cada millón de habitantes

Región o país	Promedio 2000-2009			Promedio 2010-2018		
	Totales	Ambientales	Patentes ambientales sobre el total de patentes (en porcentajes)	Totales	Ambientales	Patentes ambientales sobre el total de patentes (en porcentajes)
Mundo	89,2	7,0	7,8	91,9	9,9	10,7
OCDE	388,9	31,3	8,0	430,8	48,9	11,4
Estados Unidos	520,7	33,8	6,5	541,4	48,5	9,0
República de Corea	1 821,8	148,7	8,2	2 401,2	303,5	12,6
Japón	624,0	59,0	9,5	706,9	90,5	12,8
Alemania	637,3	66,0	10,4	677,7	96,6	14,3
China	46,2	3,6	7,7	35,4	2,9	8,2
América Latina y el Caribe	4,3	0,4	9,6	10,5	1,1	10,7

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 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>.

Por otra parte, también es importante resaltar que la región cuenta con la capacidad de liderar procesos de innovación tecnológica aprovechando sus recursos naturales. Se pueden ver claros ejemplos de ello en el ámbito de los biocombustibles, donde el Brasil se ha vuelto un referente tecnológico. Las actividades de este país se fortalecieron a partir del Programa Nacional del Alcohol (Proalcohol), creado en la década de 1970, que contribuyó a dar impulso a la producción de bioenergía en el país. Este programa constituye uno de los mayores éxitos brasileños basados en la ciencia y la tecnología, y representa un caso donde la sinergia entre el sector académico, las instituciones de investigación, el Gobierno y el empresariado ha funcionado (CEPAL, 2013).

También existen empresas que están produciendo innovaciones con objetivos ambientales, basadas en recursos naturales. Tal es el caso de Biofase en México, que desde 2014 produce bioplásticos a partir de semillas de aguacate. Estos bioplásticos se descomponen en solo 240 días, lo que los convierte en una solución sostenible ante la alternativa de incineración de residuos. Los productos de Biofase tienen un gran potencial de fabricación. Según Biofase, 300.000 t de semillas de aguacate se descartan anualmente solo en México, con lo que se podría satisfacer el 20% de la demanda mundial de bioplásticos. Biofase tiene clientes en 11 países de América Latina (PNUMA, 2019).

3. Actividades de ecoinnovación y certificaciones ambientales en las empresas

Las certificaciones ambientales voluntarias, como la norma ISO 14001, constituyen un indicador de la responsabilidad ambiental de las empresas. Se trata de un procedimiento estandarizado a nivel internacional para el diseño e implementación de sistemas de gestión ambiental que ayudan a la organización, la identificación, la gestión, el monitoreo y el control del impacto ambiental².

A nivel mundial, la difusión de normas de gestión ambiental, como la norma ISO 14001, se asocia con factores de demanda y oferta en los mercados internacionales, así como con aspectos institucionales tanto de

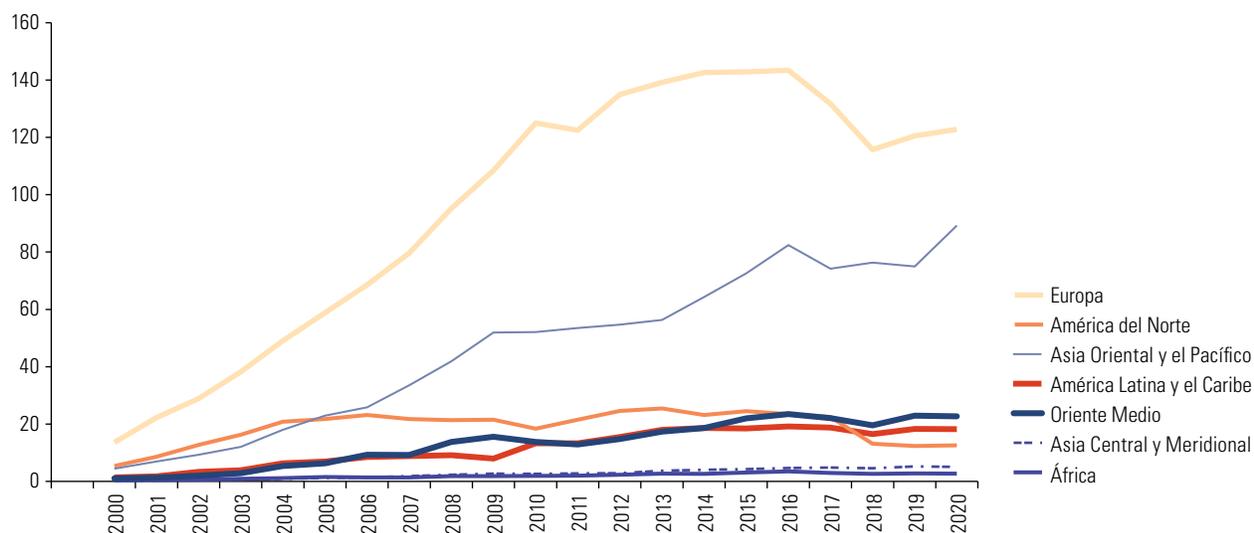
² Al respecto es importante señalar que, al crear un sistema que identifica sus propios parámetros de monitoreo y control, la norma ISO 14001 presenta limitaciones para optimizar el desempeño ambiental de la organización certificada.

la empresa como del sector y del país en que esta opera (Bodas e Iizuka, 2008; Neumayer y Perkins, 2004). En cuanto a los mercados internacionales, se reconoce la capacidad de orientación de las certificaciones ISO 14001 en temas como la responsabilidad con el medio ambiente, la cultura organizacional y la calidad en técnicas de gestión y producción. Este tipo de certificación funciona como un control de entrada a mercados internacionales. Su capacidad de orientación es especialmente relevante para empresas que operan en contextos de escasa regulación y menor exigencia en materia de calidad de gestión y producción, como ocurre en muchos de los países de América Latina y el Caribe (Bodas e Iizuka, 2008).

Entre los años 2000 y 2020, la cantidad de certificaciones ISO 14001 en el mundo pasó de 23.006 a 348.473 por año, lo que implica una tasa de crecimiento promedio anual del 16%. Para 2020, las regiones que más certificaciones concentraban eran Asia y el Pacífico (60%) y Europa (30%). Para 2020, la cantidad de certificaciones por cada millón de habitantes en estas dos regiones era de 89 y 123, respectivamente. Durante el mismo período, la cantidad de certificaciones por año en América Latina y el Caribe ha pasado de 715 a 11.878, con una tasa de crecimiento promedio anual del 18%. Para 2020, la participación de la región en el total de certificaciones mundiales se encontraba alrededor del 3% y había en la región 18 certificaciones por cada millón de habitantes (véase el gráfico IV.5).

Gráfico IV.5

Difusión de certificaciones ISO 14001 en las distintas regiones del mundo, por cada millón de habitantes, 2000-2020 (En número de certificaciones)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Internacional de Normalización (ISO), "ISO Survey of certifications to management system standards: full results" [base de datos en línea] <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>.

Las diferencias entre las regiones en cuanto a la adopción de las normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) se explican en parte por la promoción y el respaldo institucional que tienen este tipo de certificaciones, así como por la tradición en la implementación de sistemas de gestión ambiental. Por ejemplo, en Europa existen instituciones y certificaciones (como la del Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS)) que promueven la responsabilidad ambiental y contribuyen así a la reducción de los costos asociados a la implementación de las certificaciones (Neumayer y Perkins, 2004). En América Latina y el Caribe existen datos empíricos de un grupo de países sobre la relación positiva entre la cantidad de certificaciones ISO 14001 y su inserción mundial. Hacia finales de la década de 1990, tras la consolidación del proceso de apertura comercial de la región, la cantidad de certificaciones creció a una tasa superior que en el resto del mundo (ISO, 2005). Sin embargo, para cumplir los requisitos de las certificaciones es necesario que las empresas puedan acceder a una infraestructura institucional y tecnológica desarrollada a nivel de sector y de país (Bodas e Iizuka, 2008).

Tanto a nivel mundial como en la región, la mayor cantidad de certificaciones se concentra en el sector de la construcción (véase el cuadro IV.3). Esto podría estar relacionado con el alto impacto ambiental que presenta este sector. Las estimaciones sugieren que los productos de la construcción son responsables de cerca del 30% del impacto ambiental en categorías clave como el calentamiento global, la toxicidad para los seres humanos, el agotamiento abiótico y la reducción de la capa de ozono (Marimon, Llach y Bernardo, 2011).

Cuadro IV.3

América Latina y el Caribe y resto del mundo: difusión de certificaciones ISO 14001 por sector económico, 2017-2020
(En porcentajes)

América Latina y el Caribe		Resto del mundo	
Construcción	11,08	Construcción	16,15
Transporte, almacenamiento y comunicación	9,83	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos	9,01
Otros servicios sociales	6,99	Metales comunes y productos asociados	8,32
Metales comunes y productos asociados	6,96	Equipo eléctrico y óptico	8,23
Servicios de ingeniería	6,03	Servicios de ingeniería	5,75
Sustancias y productos químicos y fibras	4,80	Maquinaria y equipo	5,29
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	4,72	Otros servicios sociales	5,03
Equipo eléctrico y óptico	4,40	Productos de plástico y caucho	4,26
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos	3,96	Sustancias y productos químicos y fibras	3,37
Maquinaria y equipo	3,71	Tecnologías de la información	3,25

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Internacional de Normalización (ISO), "ISO Survey of certifications to management system standards: full results" [base de datos en línea] <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>.

Nota: Se incluyen 25 países de América Latina y el Caribe.

El apoyo político oportuno y la colaboración pública y privada son elementos necesarios en la región para el desarrollo de infraestructuras institucionales y tecnológicas innovadoras. Estas permitirían mantener el ritmo de los estándares internacionales, fomentar la participación nacional en las negociaciones correspondientes, tanto en industrias de baja como de alta tecnología, y habilitar el desarrollo de las capacidades empresariales y sectoriales. En última instancia, todo lo anterior se traduce en mayor competitividad internacional (Bodas e Izuka, 2008).

Una de las grandes barreras para conocer más sobre los procesos de ecoinnovación en la región es la falta de datos y estadísticas que den cuenta de la adopción de prácticas ambientales en las empresas. A pesar de esta situación, existen algunas iniciativas puntuales encaminadas a impulsar la recolección de datos sobre esta temática. Una de ellas ha sido la incorporación de preguntas específicas en materia de ecoinnovación en la Encuesta de Innovación (PINTEC) del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) (véase el recuadro IV.1). La información disponible del Brasil muestra las diferencias en la cantidad de empresas que realizan ecoinnovación según su tamaño. Ello pone de relieve la dificultad que existe para ampliar este tipo prácticas a la gran mayoría de empresas y los retos que afrontan las empresas más pequeñas para sumarse a un sistema de producción más sostenible.

Recuadro IV.1

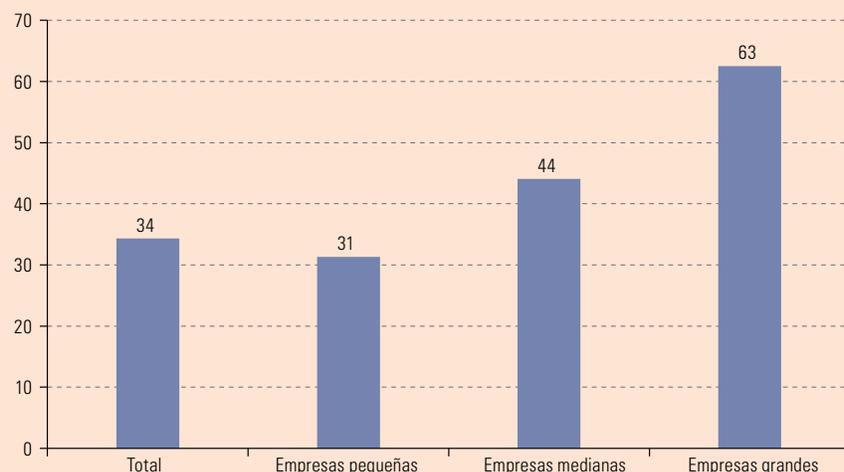
Resultados de la Encuesta de Innovación del Brasil

Según los datos disponibles en la Encuesta de Innovación (PINTEC) del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), existe una gran diferencia entre el porcentaje de empresas de pequeño tamaño (de 11 a 49 empleados) que llevan a cabo ecoinnovaciones y las grandes empresas (de más de 250 empleados).

En relación con la relevancia que dieron las empresas manufactureras a los impactos de sus innovaciones, el reciclaje de residuos, aguas residuales o materiales y la reducción de la contaminación del suelo, el agua y el aire, así como la contaminación de ruido, aparecen como los impactos que tienen una mayor relevancia. Los que se consideraron menos relevantes fueron los relacionados con la sustitución de materias primas por otras menos contaminantes, la reducción de la huella de CO₂ y la sustitución de energías fósiles por energías renovables.

Recuadro IV.1 (conclusión)

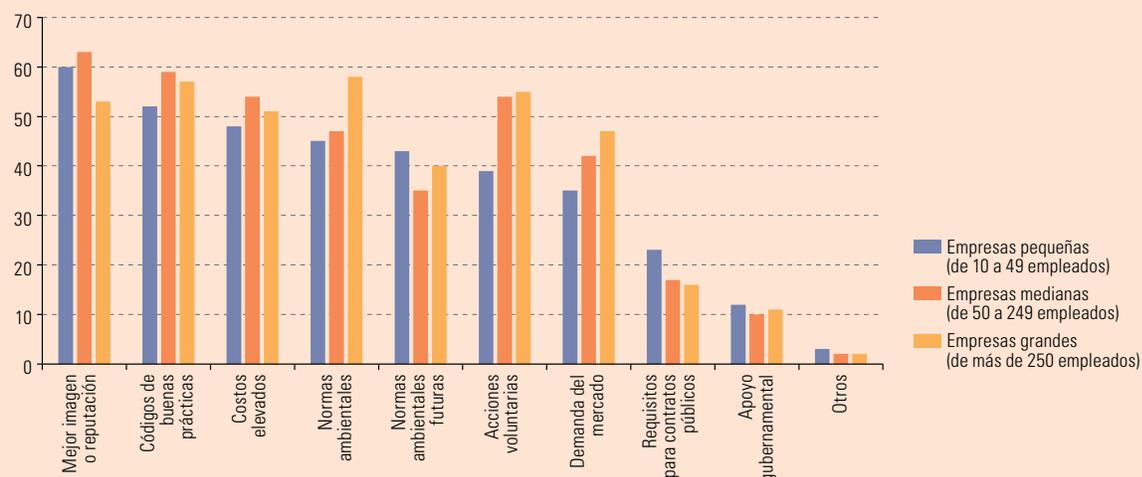
Empresas manufactureras que realizan ecoinnovación, por tamaño, 2015-2017
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), *Pesquisa de inovação: 2017*, Río de Janeiro, 2020.

En el gráfico siguiente se muestra la distribución de los distintos factores que indujeron a las empresas manufactureras brasileñas a llevar a cabo actividades de ecoinnovación durante el período 2015-2015, según su tamaño. En el caso de las pequeñas empresas, los principales factores señalados fueron una mejora de su imagen o reputación (60%), el cumplimiento de códigos de buenas prácticas existentes (52%), los elevados costes de producción (48%) y el cumplimiento de las normas ambientales existentes (45%) y futuras (43%). En el caso de las empresas medianas y grandes, los factores asociados a la demanda del mercado y las acciones voluntarias adquieren mayor relevancia que en las empresas pequeñas. En todas las empresas, con independencia de su tamaño, los factores que menos influencia tienen son el cumplimiento de los requisitos exigidos en los contratos públicos y el apoyo gubernamental existente.

Factores que influyeron en la introducción de ecoinnovaciones en empresas manufactureras, por tamaño de empresa



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), *Pesquisa de inovação: 2017*, Río de Janeiro, 2020.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), *Pesquisa de inovação: 2017*, Río de Janeiro, 2020.

D. Políticas e instrumentos para impulsar la ecoinnovación y una producción más sostenible

Existen diferentes elementos que impulsan un cambio en los patrones de producción y consumo hacia modelos más sostenibles. La creciente conciencia ambiental está motivando a las empresas a contar con estrategias de reducción del impacto ambiental, sobre todo en respuesta a la demanda de los consumidores de los países más desarrollados de productos y servicios que incorporen elementos de responsabilidad ambiental. Por otra parte, las comunidades locales también ejercen presión para que se respeten los ecosistemas naturales donde algunas empresas operan. Estas tendencias, sumadas a regulaciones y normas ambientales más estrictas, están impulsando diversas estrategias a nivel empresarial e industrial.

Por otro lado, en los últimos años, los esfuerzos y estrategias de las industrias para lograr una producción sostenible han dejado de centrarse en las soluciones al final de proceso o ciclo de vida de los productos y ahora se orientan a la prevención de un impacto no deseado mediante la modificación de productos o procesos de producción. Esta tendencia continúa con instrumentos que tienen el objetivo de mejorar la gestión ambiental de forma sistémica, al incorporar la extensión de la responsabilidad ambiental en toda la cadena de suministro. En última instancia, se busca la reestructuración de los métodos de producción y la integración de los sistemas de producción mediante asociaciones y parques industriales que permitan crear sinergias para reducir el impacto medioambiental (ONUDI, 2011).

Una parte importante de la legislación ambiental todavía sigue un enfoque de mando y control. Aun así, la eficacia de esas medidas puede ser reducida debido a la disponibilidad de recursos financieros y técnicos para su cumplimiento. En el otro extremo del espectro se encuentran los instrumentos que intentan impulsar un cambio en las prácticas empresariales mediante incentivos. Este tipo de mecanismos promueven la innovación y la adopción de tecnologías más eficientes para mejorar la productividad y crear oportunidades económicas.

A continuación, se presenta un diagrama útil para caracterizar los distintos instrumentos de política que pueden constituir una estrategia de producción sostenible. Por una parte, las intervenciones pueden ser obligatorias y, por otra, voluntarias. En el extremo superior izquierdo se encuentran las medidas más vinculadas a los incentivos que a las penalizaciones. En el extremo inferior izquierdo se encuentran las que son obligatorias y están relacionadas con los impuestos ambientales y las normas y estándares. 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 (véase el diagrama IV.2).

En la práctica, el cumplimiento de los objetivos de la producción sostenible requiere un enfoque integrado en la formulación de políticas, lo cual difiere de los enfoques sectoriales tradicionales. En muchos casos, el tema ambiental recae en la competencia de una sola institución. Es lo que sucede en la mayoría de los países donde existe una unidad específica encargada del tema, ya sea a nivel ministerial, internamente en algún ministerio o en el marco de un servicio público relacionado con el medio ambiente. Por otro lado, existen algunos países que, además de contar con una dependencia gubernamental encargada del tema, han promovido comités o comisiones con representantes de distintos sectores del gobierno, como responsables de la elaboración y desarrollo de las políticas públicas sobre consumo y producción sostenible a nivel nacional (Rovira, Schaper y Patiño, 2017).

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. Ciertamente, para poder responder a estas demandas y avanzar hacia un modelo de crecimiento más verde, es necesario definir un marco integrado y transversal de acción, además del trabajo conjunto y el diálogo entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil. Si bien no existe una sola receta, se requiere un compromiso político claro y ciertos elementos de innovación a nivel institucional (Rovira e Hiriart, 2014).

Diagrama IV.2
Matriz de política para una industria más verde



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Green Industry: Policies for Supporting Green Industry, Viena, 2011.

Gran parte de los países de América Latina han adoptado algún tipo de iniciativa relacionada con la producción y el consumo sostenibles. También se han aprobado legislaciones y regulaciones en materia de evaluación de impacto ambiental, planificación territorial, definición de nuevas infracciones y penalizaciones, responsabilidad por el daño al medio ambiente y acciones judiciales encaminadas a su protección, considerando la creación de instituciones con atribuciones en la materia. Por otro lado, existen algunas iniciativas en curso que incorporan políticas de desarrollo y difusión tecnológica con un objetivo medioambiental. Varias de estas iniciativas de difusión tecnológica y apoyo para la creación de capacidades se están llevando adelante en los centros y programas nacionales de producción limpia (véase el cuadro IV.4). Estos centros ofrecen diversos servicios en torno a la sensibilización y diseminación de información, la capacitación y la asistencia técnica, la asistencia en la elaboración de políticas e instrumentos nacionales y la transferencia de tecnología. Estos centros también han establecido fuertes vínculos con entidades nacionales de diversa naturaleza, como las cámaras de comercio e industria, las asociaciones de empresarios, las universidades, los sindicatos y las empresas. A continuación, se enumeran los centros de producción limpia que forman parte de la Red Latinoamericana de Producción más Limpia.

Cuadro IV.4
Red Latinoamericana de Producción más Limpia

País	Centro
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS)
Brasil	Centro Nacional de Tecnologías Limpias (SENAI)
Colombia	Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA)
Costa Rica	Centro Nacional de Producción más Limpia (CNPML)
Cuba	Red Nacional de Producción más Limpia (RNPMML)
Ecuador	Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción más Limpia (CEER)
El Salvador	Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML)
Guatemala	Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L)
Honduras	Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH)
México	Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L)
Nicaragua	Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPmL-N)
Perú	Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social (CER)

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y otros, *Red Latinoamericana de Producción más Limpia: Informe 10 Años*, 2016 [en línea] <https://www.recnnet.org/wp-content/uploads/2016/08/10-a%C3%B1os-RECPnet-LAC-report.pdf>.

Bibliografía

- AIE/ONUUDI (Agencia Internacional de Energía/Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) (2011), *Technology Roadmap: Carbon Capture and Storage in Industrial Applications*, Viena.
- Álvarez, M., R. Fernández y R. Romera (2014), "¿Es la eco-innovación una estrategia inteligente de especialización para Andalucía? Una aproximación desde el análisis multivariante", *Revista de Estudios Regionales*, N° 100, Málaga, Universidad de Málaga.
- BID/CEPAL (Banco Interamericano de Desarrollo/Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2018), *Proceso Regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018: Informe regional América Latina y el Caribe. Resumen ejecutivo*, Washington, D.C.
- Bodas, I. y M. Iizuka (2008), "Standards compliance as an alternative learning opportunity under globalization in Latin America", *SPRU Electronic Working Paper series*, N° 172, Falmer, Universidad de Sussex.
- CEADU (Centro de Estudios, Análisis y Documentación del Uruguay) (2016), "Consumo Sustentable", Montevideo.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago.
- (2018), *La ineficiencia de la desigualdad* (LC/SES.37/3-P), Santiago.
- (2013), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2012* (LC/G.2571-P), Santiago.
- (2006), "Las pymes en el mercado de bienes y servicios ambientales: identificación de oportunidades, políticas e instrumentos. Estudios de caso de Argentina, Chile, Colombia y México", *Documentos de Proyectos* (LC/W.42), Santiago.
- Cervera-Ferri, J. y M. Luz (2017), "Indicadores de producción verde: una guía para avanzar hacia el desarrollo sostenible", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2017/2), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Cleantech Group y otros (2017), *The Global Cleantech Innovation Index 2017*, San Francisco.
- COCHILCO (Comisión Chilena del Cobre) (2018), *Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2018-2029*, Santiago.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2016), AQUASTAT [base de datos en línea] <https://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>.
- ISO (Organización Internacional de Normalización) (2021), "ISO Survey of certifications to management system standards: full results" [base de datos en línea] <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>.
- (2005), "ISO 9000:2005(es): Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario" [en línea] <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es>.
- Machiba, T., M. Bonturi y D. Pilat (2009), "Sustainable manufacturing and eco-innovation: framework, practices and measurement", *Policy Brief*, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Marimon F., J. Llach y M. Bernardo (2011), "Comparative analysis of diffusion of the ISO 14001 standard by sector of activity", *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, N° 15, Ámsterdam, Elsevier.
- Neumayer, E. y R. Perkins (2004), "What explains the uneven take-up of ISO 14001 at the global level: a panel- data analysis", *Environment and Planning A*, vol. 36, N° 5, Londres, London School of Economics and Political Science (LSE).
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2021), *OECD Environmental Outlook Baseline*, París.
- (2019), "Water - The right price can encourage efficiency and investment", París [en línea] <https://www.oecd.org/env/resources/water-therightpricecanencourageefficiencyandinvestment.htm>.
- OEP (Oficina Europea de Patentes) (2021), Worldwide Statistical Patent Database (PATSTAT) [en línea] <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html>.
- OMS/UNICEF (Organización Mundial de la Salud/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2017), *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2017: Update and SDG Baselines*, Ginebra.
- ONUUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) (2011), *Green Industry: Policies for Supporting Green Industry*, Viena.
- ONUUDI y otros (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y otros) (2016), *Red Latinoamericana de Producción más Limpia: Informe 10 Años* [en línea] <https://www.recpnet.org/wp-content/uploads/2016/08/10-a%C3%B1os-RECPnet-LAC-report.pdf>.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2021), Global Material Flows Database [en línea] <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>.
- (2019), "Cuatro soluciones innovadoras hechas en América Latina que podrían cambiar el mundo", Nairobi, 9 de marzo [en línea] <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/cuatro-soluciones-innovadoras-hechas-en-america-latina-que-podrian>.
- Porter, M. y C. van der Linde (1995), "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, N° 4, Nashville, Asociación Estadounidense de Economía (AEA).

- Puigjaner, L., A. Espuña y M. Almató (2000), "A software tool for helping in decision-making about water management in batch process industries"; *Waste Management*, vol. 20, N° 8, Ámsterdam, Elsevier.
- Rennings, K. (2000), "Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics"; *Ecological Economics*, vol. 32, N° 2, Ámsterdam, Elsevier.
- RICYT (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología) (2021), "Indicadores" [base de datos en línea] <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>.
- Rovira S. y C. Hiriart (eds.) (2014), "Innovación sustentable: espacios para la mejorar la competitividad de las pymes argentinas"; *Documentos de Proyectos (LC/W.622)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Rovira, S., M. Schaper y J. Patiño (2017), "Ecoinnovación y producción verde: una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe"; *Documentos de Proyectos (LC/TS.2017/3)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sachidananda, M., P. Webb y S. Rahimifard (2016), "A concept of water usage efficiency to support water reduction in manufacturing industry"; *Sustainability*, vol. 8, N° 12, Basilea, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2019), *Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019*, París.



La ciencia, la innovación, el conocimiento y las tecnologías digitales han desempeñado un papel fundamental en las capacidades de crecimiento, la inclusión social y la sustentabilidad ambiental de los países durante las últimas décadas, lo que ha fortalecido su relevancia en el contexto de la crisis derivada de la enfermedad por coronavirus (COVID-19).

Si bien los países de América Latina y el Caribe han adoptado diversas medidas —muchas de ellas basadas en el acceso a tecnologías— para hacer frente a los efectos de la pandemia, los retos estructurales de la región se han profundizado, y se ha hecho más evidente la necesidad de contar con sistemas de innovación más integrales, complejos, participativos y dotados de capacidades. En el presente documento se identifican las dimensiones en que es necesario focalizar los esfuerzos para avanzar hacia nuevas estrategias de desarrollo que sean más inclusivas y sostenibles y en las que la ciencia, la tecnología y la innovación sean actores protagónicos para una recuperación transformadora.