CENIA
CENTRO NACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ILIA

Índice Latinoamericano
de Inteligencia Artificial

ILIA_2024

CONTENIDO

PRESENTACIÓN 4

La Importancia de una Segunda Edición 5
Agradecimientos 7
Cómo Leer el ILIA 2024 17

ÍNDICE LATINOAMERICANO DE IA 20

PRINCIPALES HALLAZGOS 30

FACTORES HABILITANTES 34

C.1 Principales Hallazgos 35
C.2 Descripción de la Dimensión 38
C.3 Subdimensión de Infraestructura 43
Informe: Licitación de 5G en Chile: La estrategia detrás del éxito de la iniciativa 69
C.4 Subdimensión de Datos 72
C.5 Subdimensión de Talento Humano 79
Plu, el asistente inteligente que promete revolucionar la educación en los colegios de Brasil 93
IA en el Mercado Laboral de América Latina 96
Impacto económico de la IA en la fuerza de trabajo 127

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ADOPCIÓN 130

D.1 Principales Hallazgos 131
D.2 Descripción de la dimensión 133
D.3 Subdimensión de Investigación 138
Caracterización de la investigación y colaboración académica en América Latina y el Caribe 157
D.4 Subdimensión de Innovación y Desarrollo 166
El vuelo de Guacamaya: El proyecto en que Microsoft y la investigación confluyeron en la IA 183
D.5 Subdimensión de Adopción 187
Algoritmos Éticos: Alianza con la academia para lograr una IA equitativa y transparente 196

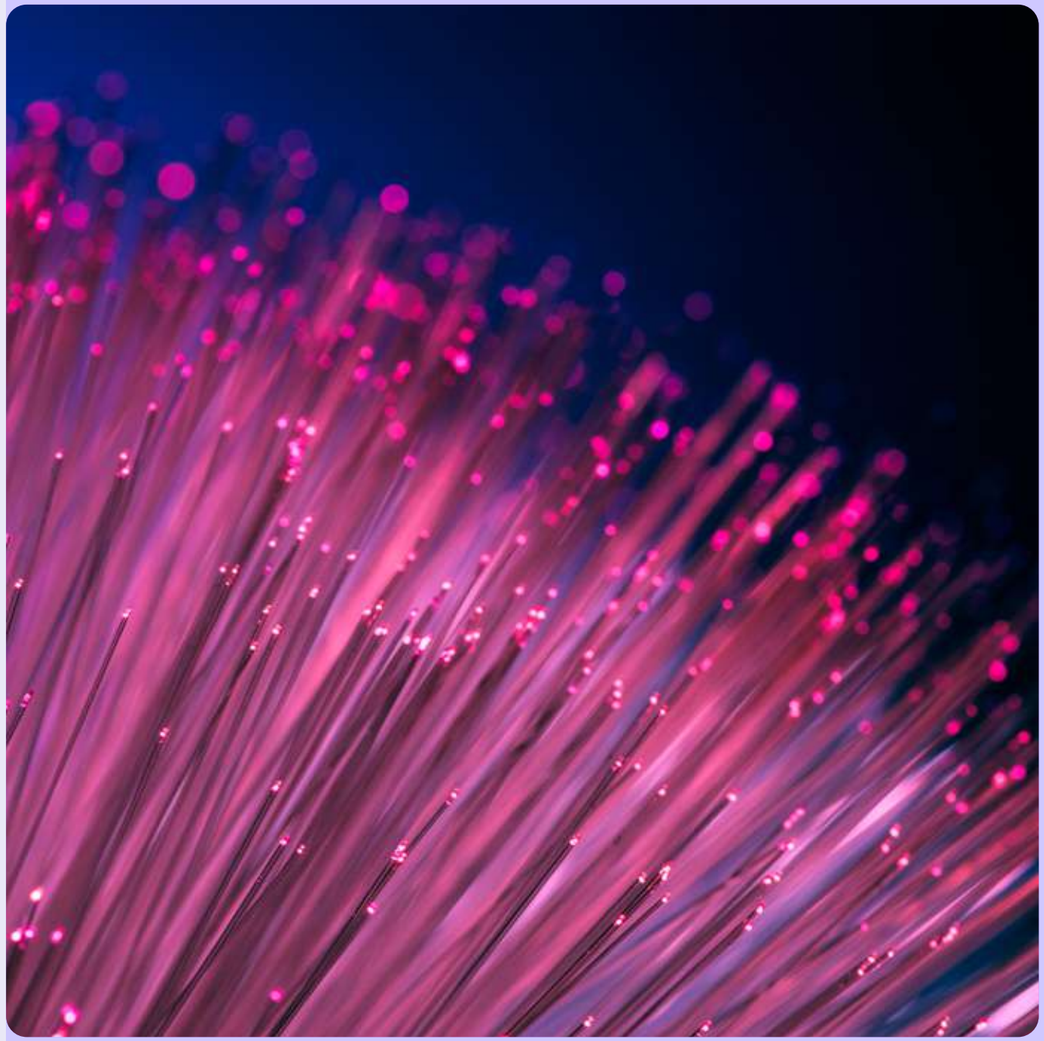
GOBERNANZA 200

E.1 Principales Hallazgos 201
E.2 Descripción de la dimensión 203
E.3 Subdimensión de Visión e Institucionalidad 207
El trabajo conjunto entre Google y el Estado chileno 218
Metodología RAM, de UNESCO: Un “GPS” para la IA ética y responsable 224
OBIA, el debut del Observatorio Brasileño de IA 229
Análisis y Recomendaciones sobre la Legislación y Regulación de Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe 238

APÉNDICE METODOLÓGICO 252

F.1 Estrategia de recolección de datos 254
F.2 Método de imputación de datos 255
F.3 Normalización 314
F.4 Subindicadores 317
F.5 Ponderación 326
F.6 Desafíos Metodológicos para las siguientes versiones 328

PRESENTACIÓN



La Importancia de una Segunda Edición

Tras su lanzamiento en agosto del 2023, el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial, ILIA, se ha posicionado como un referente para entender el estado de avance de la IA en la región. Sin embargo, la información que contiene no es un fin en sí mismo. El ILIA es un bien público, cuyo propósito es contribuir al desarrollo de la IA en la región, un desarrollo inclusivo, que aporte en forma amplia al bienestar de sus ciudadanos.

Identificar oportunidades comunes, detectar brechas, e iluminar acciones concretas que promuevan un avance virtuoso de la IA en la región, son objetivos fundamentales que el ILIA aspira a lograr. En este ámbito, el ILIA ha jugado un rol relevante en iniciativas tales como la inversión en infraestructura de cómputo con énfasis en IA proyectada por la CAF, la creación del Grupo de Trabajo por la Ética de la IA iniciado en la Cumbre de Santiago y la ejecución de programas de formación para incrementar la adopción empresarial de la IA impulsados por el BID, entre otras.

Adicionalmente, el espíritu colaborativo que permitió la construcción del ILIA ha sentado

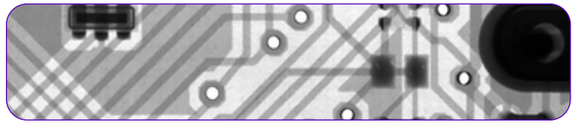
las bases para otro gran desafío regional: el desarrollo del primer Gran Modelo de Lenguaje latinoamericano. Este proyecto, liderado por CENIA y de carácter abierto, cuenta con la participación activa de instituciones y gobiernos de toda la región, y esperamos que se materialice durante el primer semestre de 2025. Con ello, América Latina y el Caribe se harán presentes en esta revolución tecnológica, aportando con el distintivo talento, idiosincrasias y matices de su gente.

Adelantándonos a los desafíos que nos depara la IA, esta versión del ILIA pone un especial foco en la transformación del mundo del trabajo. Por primera vez, estamos ante una tecnología capaz de potenciar habilidades intrínsecamente humanas, como la creatividad y el razonamiento. Sin embargo, los datos presentados revelan una gran oportunidad para mejorar las condiciones laborales de trabajadoras y trabajadores a través de la IA. En lugar de reemplazar empleos, la IA se perfila como una herramienta capaz de potenciar las habilidades humanas.

Aprovechar estas oportunidades implica superar importantes brechas. En este sentido, una de las principales conclusiones del ILIA es un llamado de atención a nuestras autoridades y líderes sobre la urgente necesidad de acuerdos nacionales y regionales que fomenten políticas integrales y coherentes de fomento de la IA. Las que deben ser respaldadas por una decidida asignación de recursos, que refleje la relevancia y urgencia requeridas para garantizar un desarrollo saludable de la IA en la región.

Como en la edición anterior, el llamado es a trabajar de forma colaborativa, desde la recolección y disponibilidad de datos hasta la formación de capital humano avanzado; desde la incorporación de infraestructura hasta la regulación de la IA con pertinencia local. La IA debe ser una herramienta al servicio de las y los latinoamericanos, y depende de cada uno de nosotros que esto sea una realidad.

Alvaro Soto, Director CENIA
Rodrigo Durán, Director Ejecutivo ILIA



Agradecimientos

Socios:

Partners:

Colaboradores:

Colaboradores investigación:

Agradecimientos

La segunda versión del ILIA es el resultado de un trabajo conjunto a nivel regional que no pierde continuidad y que, por lo mismo, llena de satisfacción al Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA) y a las personas y entidades que están detrás de su construcción. Quienes han aunado esfuerzos desde un principio para levantar este informe y quienes se han sumado desinteresadamente para esta versión, lo han hecho con la motivación de construir un instrumento que trascienda un puntaje y que apunte al propósito fundacional del ILIA: identificar oportunidades de crecimiento de la IA a nivel regional para impulsar el crecimiento económico y social de los países, y así aportar al bienestar de sus ciudadanos.

Agradecemos a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) por el trabajo en conjunto que nos ha permitido desarrollar una investigación rigurosa y exhaustiva sobre el avance regional de la IA y llegar a resultados robustos, fidedignos y confiables. Destacamos el rol de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, de Sebastián Rovira, Alejandro Patiño, Valeria Jordan, Laura Poveda y Demetris Herakleous, quienes han sido piezas clave en este proceso. Damos las gracias, también, a la Unión Europea a través de la Alianza Digital UE-LAC.

Importantes socios para conseguir un informe más rico en contenido han sido Google, Microsoft y Amazon Web Services, que han puesto énfasis en impulsar un desarrollo armonioso de la IA en la región. Agradecemos a Nicolás Schubert, de Google; a Natalia Iregui y Marianella Sánchez, de AWS; a Alex Pessó, Francisca Yáñez y Marlon Fetzner, de Microsoft, por jugar un papel importante en la continuidad de este instrumento.

De la misma forma, agradecemos al Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF), a Mauricio Agudelo y Enrique Zapata por seguir confiando en la ejecución de este estudio. En la misma línea, resaltamos el constante compromiso del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y, especialmente, de Fernando Vargas y Laura López por confiar en la labor del equipo del índice.

Nuestra gratitud, también, para la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), gracias a la cual CENIA puede impulsar instrumentos como éstos.

Los apoyos de organismos internacionales e intergubernamentales fueron esenciales al entregarnos su apoyo técnico y fuentes de información. Extendemos nuestros agradecimientos a César Parga y Aryanne Quintal de la OEA, y a Eleonora Lamm de la UNESCO.

También en la contribución técnica, específicamente en las recomendaciones metodológicas y en la actualización de indicadores, destacamos el aporte de Salma Jalife, Gabriela Otero y Alberto Farca de Centro México Digital. Damos las gracias, además, a Luis Eliécer Cadenas y María José López, de RedCLARA, por promover la colaboración con otros países de Latinoamérica. Asimismo, agradecemos al director de investigación en el Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI), Nestor Maslej, por cumplir un constante e importante rol como contraparte del índice.

Entre los colaboradores clave durante el proceso de investigación, resaltamos el trabajo de Casey Weston de LinkedIn, por la entrega de datos relativos a la formación profesional en IA. Destacamos también, el aporte de Peter Cihon y Kevin Xu de GitHub para entender el desarrollo del ecosistema OpenSource; a Nicolás Grossmann y al equipo del Global Index on Responsible AI (GIRAI) por su visión y guía para los indicadores de ética; a Julio Pertuzé y el equipo de Foresight por el brillante análisis de la regulación; a Phillipe Navaux y Carlos Barrios, y el equipo de SCALAC por su apoyo al entender el ecosistema de HPC; y a Natalia Lidijover, Juan Eduardo Carmach y Claudio Cuadros de OTIC Sofofa.

Otro valioso aporte en materia de investigación y levantamiento de datos fue el que realizaron Andrés Carvallo, Felipe Urrutia y Rodrigo Oportot de CENIA. Agradecemos el alto compromiso y las horas destinadas a obtener ese fin.

Una mención especial merece el aporte desinteresado y comprometido de todos los miembros del Comité Técnico Asesor, quienes pusieron sus conocimientos y su tiempo a disposición de este instrumento, motivados por el genuino interés de llevar la IA a otro nivel en la región. Agradecemos a Enrique Sucar, Eduardo Morales y Carlos Coello de la Asociación Mexicana de Computación; a Arturo Sánchez y Daniel Ibarra de la Cámara de Diputados de México; y a María de Lourdes Martínez de la Sociedad Mexicana de IA; a Paula Garnero, consultora del BID; Beatriz Busaniche, Luciana Benotti y Laura Alonso, de Argentina; a Marcelo Facchina de la CAF; a Phillipe Navaux y Carlos Barrios de SCALAC; a Ariel Fernández y Oscar Contreras, de Bolivia; a Joao Candia, Alexandre Barbosa y Leonardo Melo del Observatorio Brasileño de IA; a Wester Zel de LabIAr de Perú; a Pablo Arbeláez, Germán Peña y Felipe Fernández de CinfonIA, de Colombia; a Adriana Paola Martínez, también de Colombia; a Luis Gerardo Núñez de la Universidad Espíritu Santo de Ecuador; a Marianella Sánchez de AWS; a Yessica Cartajena de Microsoft; a José Luis Ros-Medina de Raga Internacional; a Carlos Gutiérrez de Future of Life Institute; a Guillem Bas de ORCG, España; a Miguel Antonio Morales y Luis Furlán, de Guatemala; a Bartolomé Pujals de la OGTIC y a Julissa Cruz Abreu de INDOTEL, ambos de República Dominicana; a Esteban Meneses del CENAT y a Alan Bejarano de CAMTIC, de Costa Rica; a Lorena Etcheverry de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, en Uruguay; a Alain Lamadrid y José Villa de REDUNIV, de Cuba; a Margarita Rojas del MITIC de Paraguay; a Omaira Rodríguez del Senacyt, de Panamá; a Erick Chang de la Secretaría de Innovación de la Presidencia de El Salvador; a Edgar Valdés, de México; a Jimena Bonilla de RAGA Honduras, y a Marcio Sierra e Iván Cabellero de la DIGER, de Honduras igualmente. Y de Chile, agradecemos a Dinka Acevedo de la Universidad Autónoma; a Antonia Moreno y Juan Pablo Vial del Gobierno de Chile; Francisco Valenzuela y Matías Fuentes de CETI UC; a Cristóbal Roco de Globant; a Catherine Muñoz de Idónea; y a Rodrigo Pereira Ramírez de Criteria.

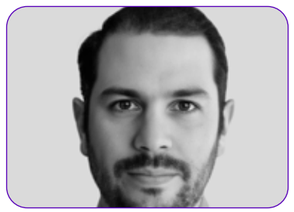
También nuestros agradecimientos a las instituciones fundadoras de CENIA, sin cuyo respaldo este estudio no sería posible: la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María y la Universidad Adolfo Ibáñez.

Finalmente, nuestros agradecimientos van dirigidos a todo el equipo encargado de levantar los datos del ILIA 2024. Al sociólogo Thomas von Graenevitz; al asistente de investigación de CENIA, Rodrigo Oportot, además de Freddy Vilches Meneses, de Lewis & Clark Collegue. Todos ellos contaron, a su vez, con el apoyo de todos los colaboradores del equipo de Operaciones de CENIA: nuestros agradecimientos a Mónica Soto, Constanza Vera, Giovanna Campos, Gianyser González, Javiera Acevedo, Marcos Lores, Cristián Vásquez, Sebastián Martínez y Yasna Cárdenas.

Rodrigo Durán - Director Ejecutivo ILIA
Loreto Aravena . Coordinadora Ejecutiva
Cristina Flores - Coordinadora Técnica
Soledad Cofré - Asistente de Investigación

Agradecimientos

ADRIANA PAOLA MARTÍNEZ
Docente, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, U. EAN, Colombia.



ALEJANDRO PATIÑO
Oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

ALEXANDER BARBOSA
Gerente, Cetic.br, Brasil.

ALLAN BEJARANO
PPADE-Universidad de Costa Rica y CEC- Universidad Nacional, Costa Rica.

ANDRÉS CARVALLO
Investigador, CENIA.

ANTONIA MORENO
Coordinadora programas, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Chile.

ARYANNE QUINTAL
Especialista en la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología, OEA

BARTOLOMÉ PUJALS
Director general de la Oficina Gubernamental de Tecnologías de la Información y Comunicación, República Dominicana

CARLOS BARRIOS
Coordinador general, SCALAC.

CARLOS COELLO
Investigador, Cinvestav, México.

CARLOS GUTIÉRREZ
Investigador Senior, FLI.

CATHERINE MUÑOZ
Socia y Directora Legal de Idónea Consultores

CÉSAR PARGA
Jefe de la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología del Departamento de Desarrollo Económico, OEA

CRISTÓBAL ROCO
Tech Manager, Globant

DEMETRIS HERAKLEOUS
Oficial Asociado de Asuntos Económicos, CEPAL

DINKA ACEVEDO
Directora de Desarrollo, Vicerrectoría de Investigación y Doctorados, U. Autónoma, Chile.

ELEONORA LAMM
Especialista responsable del programa MOST, UNESCO.

ESTEBAN MENESES
Director CeNAT, Costa Rica.

EDGAR VALDÉS
Físico y desarrollador dedicado a crear soluciones de ciencia urbana de alto impacto.

EDUARDO MORALES
Investigador titular, INAOE, México.

FELIPE URRUTIA
Cientista de datos, CENIA.

FERNANDO VARGAS
Especialista Senior, División de Competitividad, Tecnología e Innovación, BID.

FRANCISCO VALENZUELA
Director ejecutivo, CETIUC.

FREDDY VILCHES
Profesor de literatura y música, Lewis & Clark College.

GERMÁN PEÑA
Investigador, CinfonIA, Colombia.

GUILLEM BAS
Coordinador de Políticas de IA, ORCG, España.

JIMENA BONILLA
Coordinadora regional, RAGA, Honduras.

JOAO CANDIA
Investigador, C4AI, Brasil.

JOSÉ LUIS ROS-MEDINA
Secretario Ejecutivo, RAGA.

JULIO PERTUZÉ
Director, Magister de Innovación, UC, Chile. Co-founder, Foresight.

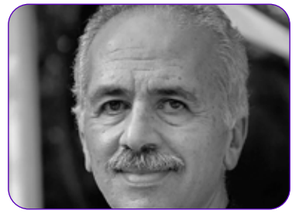
JULISSA CRUZ
Directora Ejecutiva, INDOTEL, República Dominicana.

LAURA POVEDA
Asist. de Invest. U. Innovación y Nvas, Tecn. Div. Desarrollo Prod. y Empresarial, CEPAL

LEONARDO MELO
Investigador, NIC.br, Brasil.

LORENA ETCHEVERRY
Profesora Agregada Gr4 DT, Instituto de Computación, U. de la República, Uruguay

LUIS ELIÉCER CADENAS
Director ejecutivo, Red CLARA.



LUIS ENRIQUE SUCAR
Senior Research Scientist, INAOE, México.

LUIS FURLÁN
Director, Centro de Estudios Aplicados en Informática, U. del Valle, Guatemala.

LUIS NÚÑEZ
Jefe de Transformación Digital, U. Espíritu Santo, Ecuador.

LUIZ ALEXANDRE REALI
Gerente, Observatório Brasileiro de IA, Brasil.

MARGARITA ROJAS
Directora General de Inclusión Digital y TIC en la Educación, MINTIC, Paraguay.

MARÍA DE LOURDES MARTÍNEZ
Presidenta, Sociedad Mexicana de IA, México.

MARÍA JOSÉ LÓPEZ
Gerente de Cooperación Internacional, Comunicaciones y Relaciones Públicas, RedCLARA

MARÍA PAZ SANDOVAL
Candidata a Ph.D en Ciberseguridad, UCL, Inglaterra.

MARIANELLA SÁNCHEZ
Gerente Senior de Políticas Públicas para Centroamérica y el Caribe, AWS.

MIGUEL MORALES
Director Área de Educación Digital, U. Galileo, Guatemala.

NÉSTOR MASLEJ
Research Manager, Stanford HAI, EE.UU.

OMAIRA RODRÍGUEZ
Directora SENACYT, Panamá.

OSCAR CONTRERAS
Docente, U. Católica Boliviana, Bolivia.

PABLO ARBELÁEZ
Director, CinfonIA, Colombia.

PAULA GARNERO
Consultora Especialista en Ciencia y Tecnología, BID.

PHILIPPE O. A. NAVAUX
Presidente de SCALAC, Brasil.

RODRIGO PEREIRA
Director de Cuentas de Asuntos Públicos, Criteria.

SEBASTIAN ROVIRA
Oficial a cargo de la Unidad de Innovación y Nuevas Tecnologías, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL

THOMAS VON GRAEVENITZ
Junior Consultant, GESO Consult GmbH.

WESTER ZELA
Director Laboratorio de Inteligencia Artificial y Robótica (LabIAr), UNI, Perú.

YESSICA CARTAJENA
Executive Director Global Enterprise Sales, Microsoft.

Cómo Leer el ILIA 2024

Con el fin de ofrecer una visión integral y estructurada sobre el progreso de la IA en América Latina y el Caribe, el ILIA organiza los elementos y variables que inciden en el desarrollo de los ecosistemas de IA en torno a tres dimensiones: Factores Habilitantes, Investigación, Desarrollo y Adopción, y Gobernanza.

Esta taxonomía no solo permite agrupar a los más de 70 subindicadores que sirvieron de base para construir este índice, sino que también permite organizar el documento en capítulos que llevan el nombre de cada dimensión. Estos contienen las descripciones conceptuales y estadísticas de las subdimensiones, los indicadores y los subindicadores, lo que ofrece una lectura más intuitiva y accesible de los resultados

.

Cabe mencionar que, para llegar a los puntajes exhibidos, se aplicó un proceso de normalización a la mayoría de los datos brutos levantados, salvo en algunos casos que están explicitados en los capítulos.

La presente versión del ILIA consta de siete capítulos, algunos de ellos con informes y relatos que analizan y complementan los contenidos de cada apartado.

El **Capítulo A: índice Latinoamericano de IA** expone la pertinencia de agrupar a los 19 países en"Pioneros", "Adoptantes" y "Exploradores", de acuerdo al nivel de desarrollo que presentan en relación a la IA.

El **Capítulo B: Principales Hallazgos** contiene las 10 conclusiones más relevantes del índice, las que permiten conformar un punto de vista sobre los avances y brechas de la región en materia de IA.

El **Capítulo C: Factores Habilitantes** presenta, primeramente, los principales hallazgos asociados a esta dimensión. Luego, en los cuatro subcapítulos siguientes, se incluyen las descripciones conceptuales y estadísticas de cada una de las variables de su taxonomía. Este apartado describe, además, el caso de una aplicación de IA impulsada por Amazon Web Services, que muestra cómo el uso de la nube permite eficientar el uso del tiempo de profesionales ligados a la educación y, de paso, capacitarlos en el uso de la IA generativa. Esta sección finaliza con dos informes relacionados con el impacto de la IA sobre el talento humano y el mercado laboral.

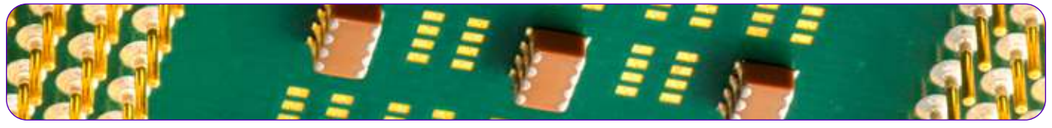
El **Capítulo D: Investigación, Adopción y Desarrollo** sigue una estructura similar al anterior, con la sección de hallazgos principales expuestos al comienzo, seguida por los detalles conceptuales y estadísticos de la dimensión presentados a través de subdivisiones.
En este apartado también se incluyen casos exitosos de aplicaciones de la IA. El primero, una aplicación desplegada por Microsoft para ayudar a conservar la biodiversidad de la Amazonía; y el segundo, un caso chileno de adopción de IA por parte del Estado, implementado por el GobLAB de la Universidad Adolfo Ibáñez, para hacer más transparentes los procesos de compras públicas.

El **Capítulo E: Gobernanza** presenta los hallazgos más relevantes al comienzo para luego continuar con el análisis de las estrategias de IA oficiales, marcos regulatorios y los aspectos éticos que deben resguardarse en torno a la IA. A lo largo del capítulo se presentan diversos análisis que profundizan en torno a recomendaciones sobre la regulación de esta tecnología en el contexto latinoamericano.
En la parte final se incluyen estudios de casos que representan ejemplos concretos de implementaciones exitosas de estrategias de IA. Tal es el caso del Cable Humboldt impulsado por Google, que disponibiliza la conectividad que un país necesita para despegar en el desarrollo de la IA. y así cumplir con importante eje de una estrategia oficial de IA

El **Capítulo F: Fichas País** contiene una radiografía de la situación de la IA en cada una de las 19 naciones latinoamericanas que componen el ILIA 2024. Esta visión detallada aporta no solo los puntajes relativos y aquellos logrados en cada una de las tres dimensiones, sino que también establece una clasificación de acuerdo al estado de desarrollo de cada país. Esta clasificación incluye tres niveles: “Explorador”, “Adoptante” y “Pionero”.

Cada una de estas fichas contempla un análisis sobre las fortalezas y debilidades de cada nación en múltiples variables, además de un relato sobre sus hallazgos más importantes. La presencia de un gráfico de radar en cada perfil facilita, además, la rápida visualización de las diferencias y similitudes entre diferentes conjuntos de datos en varias dimensiones.

El **Capítulo G: Apéndice Metodológico** contiene todos los detalles que, como su nombre lo indica, se refieren a la metodología aplicada para levantar cada uno de los datos de la matriz de indicadores y subindicadores. Incluye también las fórmulas de normalización aplicadas a cada cifra, la ponderación aplicada a cada indicador y los criterios de agregación aplicados para suplir valores faltantes (*missing values*).
Aquí se encuentran todos los documentos de base que sirvieron como fuentes de datos para darle una robustez metodológica importante al índice.



Cabe añadir que, para tener una **mayor comprensión de la lectura de los hallazgos y de las descripciones estadísticas** incluidos en cada capítulo, es preciso considerar algunas indicaciones generales, descritas a continuación:

Gráficos: Los gráficos de barra que muestran dimensiones, subdimensiones, indicadores y subindicadores, están organizados en orden alfabético según los países, lo que proporciona un orden constante a lo largo de la lectura. Esto significa que no están ordenados de mayor a menor según los resultados, como es comúnmente el caso. Al mantener la posición de cada país fija dentro del gráfico, se facilita la comparación y comprensión a lo largo del documento.

Puntajes: El ILIA utiliza un sistema de puntaje que va de 0 a 100. Independientemente de la naturaleza de los datos, es el resultado de transformar cada cifra en una escala que permite sumar, promediar y ponderar. Por lo tanto, en este documento se presentan puntajes, no porcentajes.

Normalización: Los puntajes se obtienen a través de procesos de normalización que incluyen decisiones metodológicas basadas en la naturaleza de los datos. En algunos casos, los países obtienen puntajes en comparación con los 19 países evaluados; en otros, se muestran en relación al nivel mundial. También existen ocasiones en que se relacionan con valores teóricos posibles.

Pesos relativos: No todas las dimensiones, subdimensiones, indicadores y subindicadores tienen la misma influencia en el resultado final, por lo que se han aplicado pesos relativos para reflejar la importancia de cada componente en el contexto del índice. Esta ponderación asegura que las áreas más críticas o con mayor impacto tengan un peso mayor, alineando el resultado con los objetivos y prioridades estratégicas del análisis.

Categorización: A nivel de dimensiones y subdimensiones, los países se clasificaron en tres grupos de acuerdo a sus puntajes divididos en terciles respecto del puntaje total, es decir, 100. lo que permite categorizarlos según sus respectivos desempeños. Estas agrupaciones no tienen cortes fijos y varían en función de la naturaleza de los datos y los resultados obtenidos por la región, es decir, dependen del valor máximo y mínimo alcanzado en cada caso.

Para obtener una comprensión más detallada y profunda de estos elementos, se puede acceder al Apéndice Metodológico.

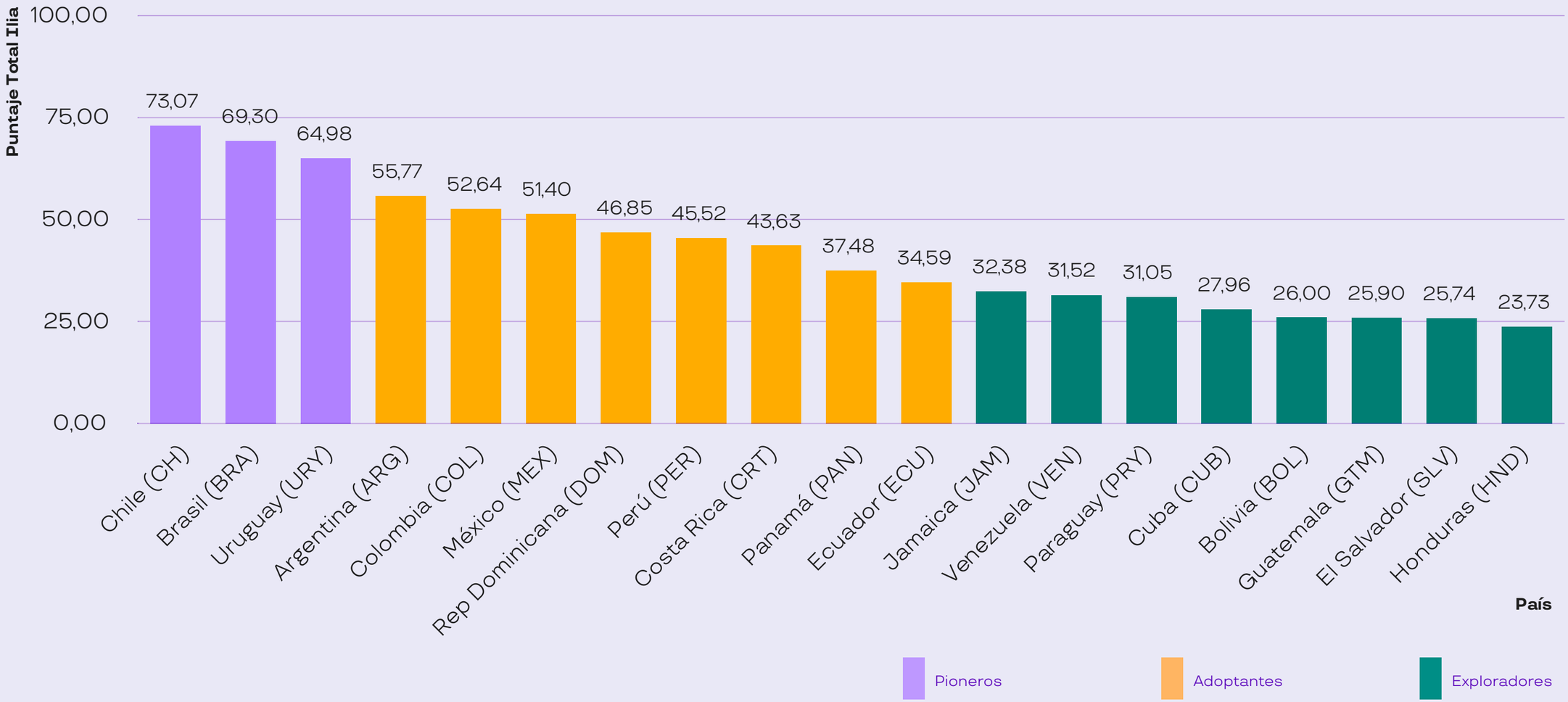
CAPÍTULO_A

ÍNDICE LATINOAMERICANO DE IA

La taxonomía del ILIA está compuesta por dimensiones, subdimensiones, indicadores y subindicadores que entregan una perspectiva estructurada e integral de los ecosistemas de IA en los países de la región.

Los resultados generales de este año **(Gráfico 1)**, reflejan los puntajes individuales de cada uno de los 19 países de América Latina y el Caribe, y permiten comparar de manera visual el rendimiento relativo de todos ellos dentro de la región.

Gráfico 1: Puntaje total ILIA 2024



Debido al amplio alcance geográfico que abarca este estudio, el índice puede presentar desafíos a la hora de hacer una comparación relativa de los países. Por ello, y con el fin de mejorar la claridad y facilitar el análisis, esta versión del **ILIA agrupa a los países según el grado de madurez** alcanzado en las dimensiones de Factores Habilitantes, Investigación, Desarrollo y Adopción, y Gobernanza, dando paso a **tres categorías: pioneros, adoptantes y exploradores.**

Estos grupos fueron ordenados utilizando una categorización mediante terciles (o tercios) basados en el puntaje máximo posible, que alcanza los 100 puntos. Cabe aclarar que los terciles son una medida estadística que divide un conjunto de datos ordenados en tres partes iguales, permitiendo así identificar grupos que representan aproximadamente el 33.33% del total de los datos.
De acuerdo a lo anterior, los países se dividen en tres categorías claras y equitativas de acuerdo a sus respectivos puntajes.

Pioneros, comprende al tercer tercil, que abarca los valores más altos y se refiere a los países que se encuentran en el último tercio del rango total. Aquí se ubican aquéllos que han alcanzado una posición de liderazgo y que destacan por sus esfuerzos en varias áreas clave: infraestructura tecnológica, desarrollo de talento especializado, productividad científica y capacidad de innovación. Estos países no solo han avanzado en la implementación de tecnologías basadas en la IA, sino que también están orientando sus estrategias nacionales hacia la consolidación y expansión de estas tecnologías en todos los sectores de su economía y sociedad. El esfuerzo de los pioneros está dirigido a llevar sus capacidades al siguiente nivel, estableciendo nuevos estándares y modelos para la adopción de IA.

Adoptantes, pertenecen al segundo tercil, que agrupa los puntajes intermedios que corresponden al segundo tercio del rango total. Se trata de naciones que han comenzado a integrar la IA en diversos sectores de su economía y sociedad, pero que aún no alcanzan una posición de liderazgo. Están utilizando esta tecnología en los sectores productivos, servicios y administraciones públicas, pero de manera incipiente. En el ámbito de la investigación, han logrado avances significativos en IA, aunque todavía no a la escala de los países pioneros. En lo que respecta a políticas de fomento de la IA, están desarrollando estrategias y mostrando disposición para invertir y colaborar con otros estados para fortalecer sus capacidades en esta tecnología emergente.

Exploradores. Esta categoría comprende a los países cuyos puntajes están en el primer tercil, es decir, en el primer tercio del rango total, con los valores más bajos. Se refiere a aquéllos que están en las primeras etapas de sondeo de la IA, desarrollando capacidades básicas en esta área. Aunque su uso de aplicaciones basadas en esta tecnología aún es limitado y carecen de una comunidad de investigación consolidada, están comenzando a impulsar políticas públicas preliminares para fomentar el desarrollo de ésta. En resumen, están dando sus primeros pasos hacia la integración de la IA y sentando las bases para un crecimiento futuro en este campo.

Para exponer cómo se comporta esta tipología de tres componentes a nivel de las distintas dimensiones, se presentan los resultados a través de **gráficos de dispersión de cuadrantes.** Estos constituyen una herramienta visual poderosa, pues facilita el análisis de la relación entre dos variables al dividir el espacio en cuatro secciones -o cuadrantes- y utilizando dos líneas que representan las medias o medianas de las variables en los ejes X e Y.

Esta metodología permite observar no solo la correlación entre los componentes medidos, sino que también la distribución y concentración de los países en cada cuadrante, lo que permite mostrar una perspectiva distinta sobre el desempeño de las naciones, destacando áreas de fortaleza y oportunidades de mejora.

Lo anteriormente expuesto, se refleja en que el **Cuadrante I,** suele representar a países con un rendimiento superior en ambas variables, lo que puede interpretarse como una alineación robusta entre Factores Habilitantes, Investigación y Desarrollo, Adopción, y Gobernanza. En tanto, los que se agrupan en otros **Cuadrantes como el II, III, o IV** -según muestra el **Gráfico 1**- muestran variaciones en la relación entre las dimensiones evaluadas, reflejando contextos específicos de desempeño que requieren estrategias diferenciadas.

En resumen, este tipo de diagramas no solo permiten determinar patrones y tendencias generales, sino que también proporcionan una herramienta para la identificación de *outliers* y casos particulares, ofreciendo una base sólida para el análisis comparativo y la toma de decisiones informadas en el desarrollo y la adopción de la IA a nivel regional.

Cuadrante I (arriba a la derecha): Representa puntajes altos en ambas dimensiones (X alta, Y alta). Los puntos en este cuadrante indican una correlación positiva y alta entre las dos variables.

Cuadrante II (arriba a la izquierda): Reflejan valores bajos en X y altos en Y (X baja, Y alta). Los puntos en este espacio sugieren que la variable X tiene un valor inferior, mientras la variable Y es superior.

Cuadrante III (abajo a la izquierda): Muestran puntajes bajos en ambas dimensiones (X baja, Y baja), lo que señala una correlación negativa y baja.

Cuadrante IV (abajo a la derecha): Exhibe valores altos en X y bajos en Y (X alta, Y baja). Los puntos aquí muestran que la variable X es alta, mientras que la variable Y es baja.

Las **líneas de corte** que dividen los cuadrantes representan la media de cada dimensión (50), lo que implica que cada cuadro refleja las desviaciones respecto a estos valores centrales.

Los **tres gráficos expuestos en este capítulo** proporcionan una visualización detallada de la posición de los 19 países evaluados en el índice. Al observar los tres análisis cruzados, se evidencia que los países **Pioneros se concentran consistentemente en el Cuadrante I,** lo que señala una relación positiva y sinérgica entre los tres componentes medidos -Factores Habilitantes; Investigación, Desarrollo y Adopción; y Gobernanza- y sugiere un desempeño notable y equilibrado en todas las dimensiones evaluadas.

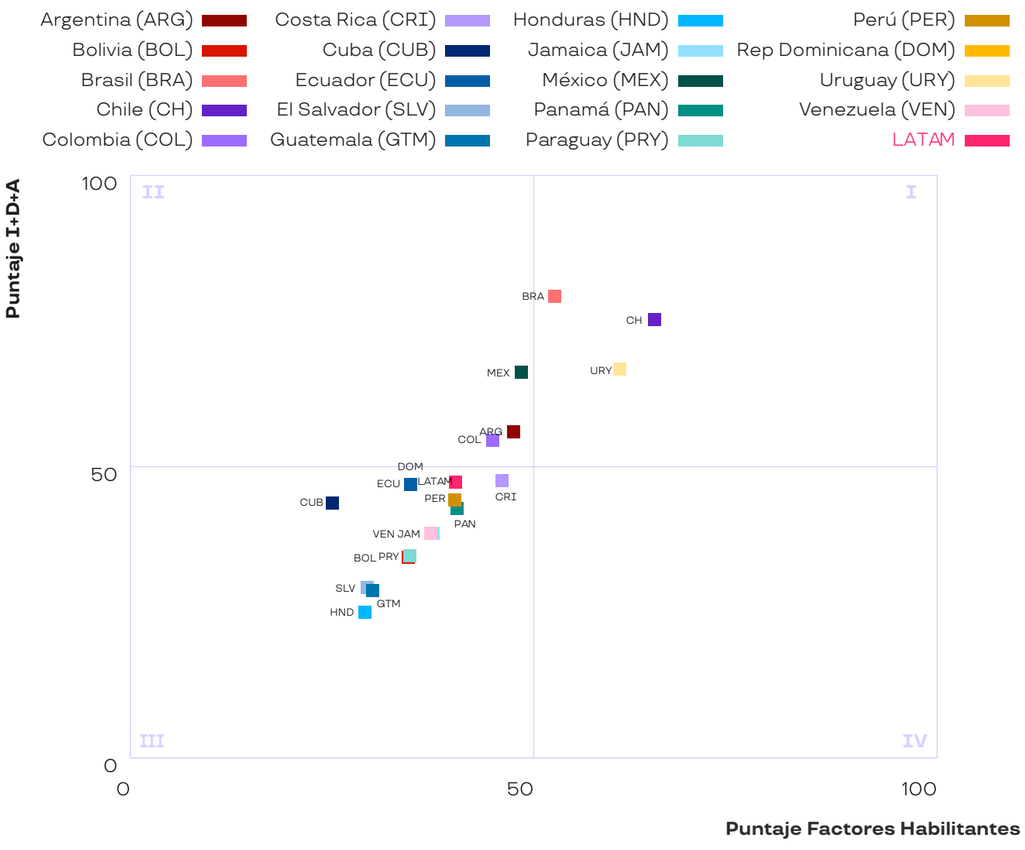
De manera similar, se observa una agrupación en el **Cuadrante III,** donde se encuentran principalmente los países con puntajes en el primer tercil (**Exploradores**), junto con algunos del segundo tercil (**Adoptantes**). Esta distribución refleja desafíos comunes en estas naciones respecto de los factores clave del índice, proporcionando un punto de partida para identificar áreas de mejora y oportunidades de desarrollo en cada contexto específico.

Cabe mencionar que la clara diferenciación entre los cuadrantes resalta la variabilidad en el desempeño de los países y subraya la importancia de los componentes analizados para avanzar en el liderazgo de la IA.

Todas las líneas de tendencia de los tres gráficos corresponden a una pendiente positiva (ángulo hacia arriba desde la izquierda hacia la derecha), lo que significa que existe una relación directa -o positiva- entre las dos dimensiones. Cuanto más pronunciado sea el ángulo (es decir, más cerca esté de los 45 grados), más fuerte es dicha relación positiva.

En el **Gráfico 1** de dispersión de cuadrantes, se analiza la relación entre la dimensión **Factores Habilitantes (eje X)** y la dimensión **Investigación, Desarrollo y Adopción (eje Y)**. Esta representación permite identificar patrones de desempeño entre los países en función de dichas dimensiones.

Gráfico 1: Factores Habilitantes y I+D+A



Fuente: ILIA 2024

Tal como se presenta en este Gráfico 1, el **Cuadrante I** (alto en Factores Habilitantes y alto en Investigación, Desarrollo y Adopción) se ubican **Chile, Uruguay y Brasil**, destacándose como los líderes regionales. Estos países muestran un desempeño fuerte y equilibrado en ambas dimensiones, lo que sugiere que cuentan con un entorno favorable que potencia la investigación, el desarrollo y la adopción de tecnologías. Su posición indica que están bien posicionados para liderar la región en términos de innovación y aplicación de IA.

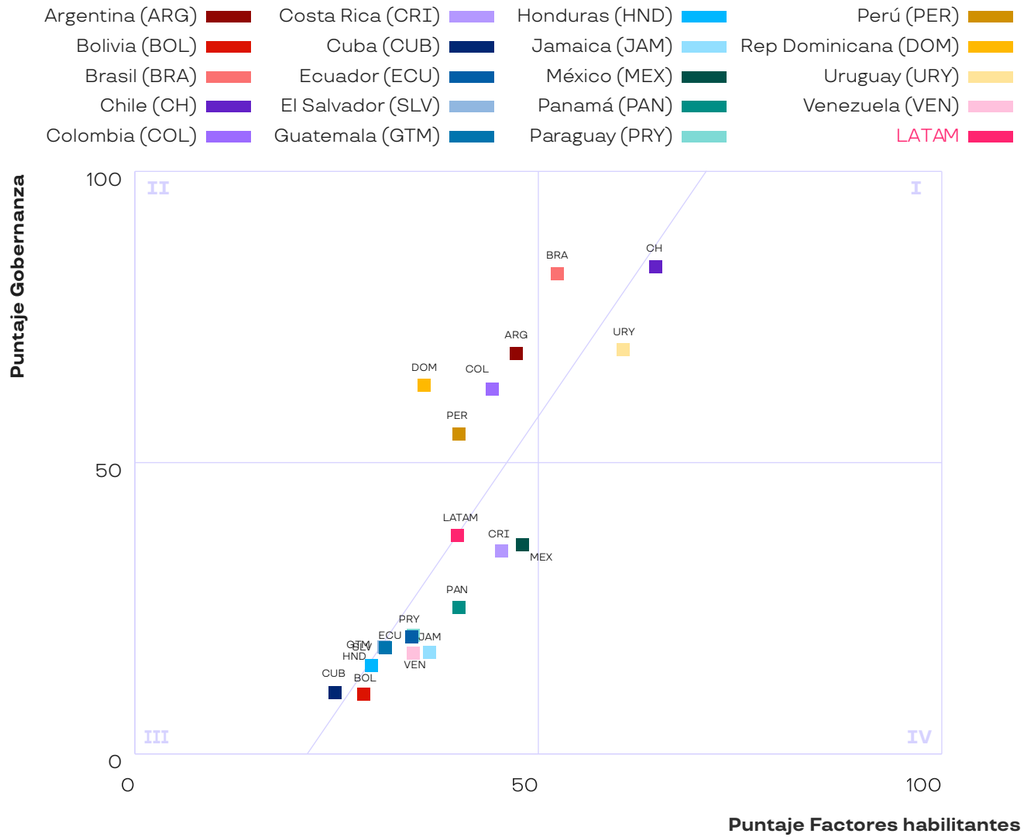
En tanto, en el **Cuadrante II** (bajo en Factores Habilitantes y alto en Investigación, Desarrollo y Adopción) se encuentran **México, Argentina y Colombia,** los que exhiben un buen desempeño en Investigación, Desarrollo y Adopción, a pesar de tener desafíos en los Factores Habilitantes. Esto podría indicar que, aunque existen limitaciones en la infraestructura o en las políticas de apoyo, hay un impulso significativo en la generación de conocimiento en torno a la IA y la adopción de ésta.

Por otra parte, el **Cuadrante III** (bajo en Factores Habilitantes y bajo en Investigación, Desarrollo y Adopción) concentra a la mayoría de los países, incluyendo a **República Dominicana, Cuba, Ecuador, Perú, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Bolivia, El Salvador, Honduras y Guatemala.** Aquí encontramos, además, el promedio regional. La ubicación concentración en este cuadrante sugiere que estos países enfrentan desafíos tanto en los factores habilitantes como en la investigación, desarrollo y adopción. Esto podría reflejar limitaciones estructurales, políticas o económicas que dificultan el avance en ambas dimensiones, situándolos por debajo o cercano al promedio regional.

Finalmente **Cuadrante IV** (alto en Factores Habilitantes y bajo en Investigación, Desarrollo y Adopción) no muestra a ningún país, lo cual indica que, entre los evaluados, no hay casos en los que existan condiciones favorables en términos de la dimensión Factores Habilitantes pero con un bajo desempeño en la de Investigación, Desarrollo y Adopción. Esto puede interpretarse como un indicador de que cuando las variables de la primera dimensión están presentes, tienden a correlacionarse positivamente con la actividad de la segunda (I+D+A).

En el **Gráfico 2** se analiza la relación entre la dimensión **Factores Habilitantes (eje X) y Gobernanza (eje Y)** y la clasificación de los países en función de su desempeño en estas dos dimensiones.

Gráfico 2: Factores Habilitantes y Gobernanza



Fuente: ILIA 2024

En el **Cuadrante I** (alto en Factores Habilitantes y alto en Gobernanza) se encuentran los **países Pioneros: Chile, Uruguay y Brasil nuevamente.** Su ubicación indica un entorno favorable para ambas dimensiones, lo cual sugiere un marco sólido que respalda tanto el desarrollo tecnológico como la capacidad de regulación y gestión de estas innovaciones.

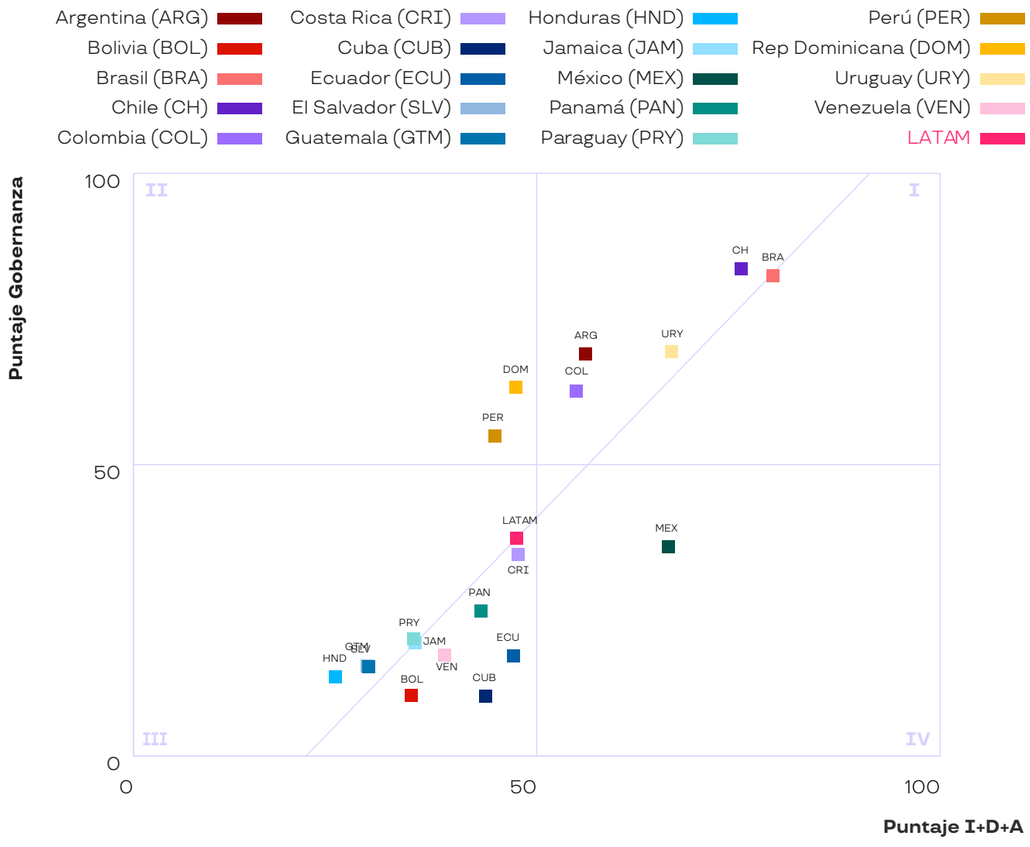
En el **Cuadrante II** (bajo en Factores Habilitantes y alto en Gobernanza) se ubican **Argentina, Colombia, República Dominicana y Perú,** naciones que muestran un buen desempeño en la segunda a pesar de enfrentar desafíos en la primera. Esto podría reflejar un contexto en el que existen marcos regulatorios y una institucionalidad relativamente fuertes, pero en el que la infraestructura, las competencias en IA y la disponibilidad de datos, entre otros, no están tan desarrolladas. Algo que podría estar limitando su potencial completo en la integración y desarrollo de tecnologías avanzadas.

En tanto, en el **Cuadrante III** (bajo en Factores Habilitantes y bajo en Gobernanza) se agrupa el resto de países junto con el promedio de la región, lo que indica que tanto los Factores Habilitantes como Gobernanza son áreas de mejora significativas en estas naciones.

Por último, en el **Cuadrante IV** (alto en Factores Habilitantes y bajo en Gobernanza) nuevamente no hay presencia de ningún país, lo cual indica que entre los que se someten a revisión no se observa el fenómeno de Factores Habilitantes altos sin una Gobernanza adecuada.

Considerando lo que muestra el **Gráfico 3**, se ve la relación entre la dimensión **Investigación, Desarrollo y Adopción (eje X) y Gobernanza (eje Y).**

Gráfico 3: I+D+A y Gobernanza



Fuente: ILIA 2024

Se evidencia que en el **Cuadrante I** (alto en Investigación, Desarrollo y Adopción y alto en Gobernanza), se ubican países pioneros como **Chile, Uruguay, Brasil, Argentina y Colombia,** los que demuestran un sólido desempeño en ambas dimensiones, sugiriendo un entorno propicio para la innovación tecnológica y una capacidad efectiva para gestionar y regular estas iniciativas. Su posición refleja un equilibrio robusto que impulsa su liderazgo en la región en la relación en ambos ámbitos.

En referencia al **Cuadrante II** (bajo en Investigación, Desarrollo y Adopción y alto en Gobernanza), se aprecia que República Dominicana y Perú evidencian un buen desempeño en términos de Gobernanza pero enfrentan desafíos en Investigación, Desarrollo y Adopción. Esta situación indica que, aunque existe un contexto de Gobernanza relativamente avanzado, la capacidad para impulsar la investigación y la adopción de nuevas tecnologías es limitada, traduciéndose esto en una oportunidad para fortalecer la infraestructura y las capacidades que apoyen la expansión tecnológica.

Según lo que se observa en el **Cuadrante III** (bajo en Investigación, Desarrollo y Adopción y bajo en Gobernanza) la mayoría de las naciones están ubicados ahí, junto con el promedio de la región. Se trata de aquéllas que enfrentan desafíos significativos en relación a la IA en ambas dimensiones. La posición en este cuadrante, indica que existe una necesidad de desplegar un enfoque más integral -a través de políticas efectivas y mayores capacidades de investigación y adopción tecnológica, ente otros- con el fin de mejorar en todas las variables involucradas en las dimensiones expuestas.

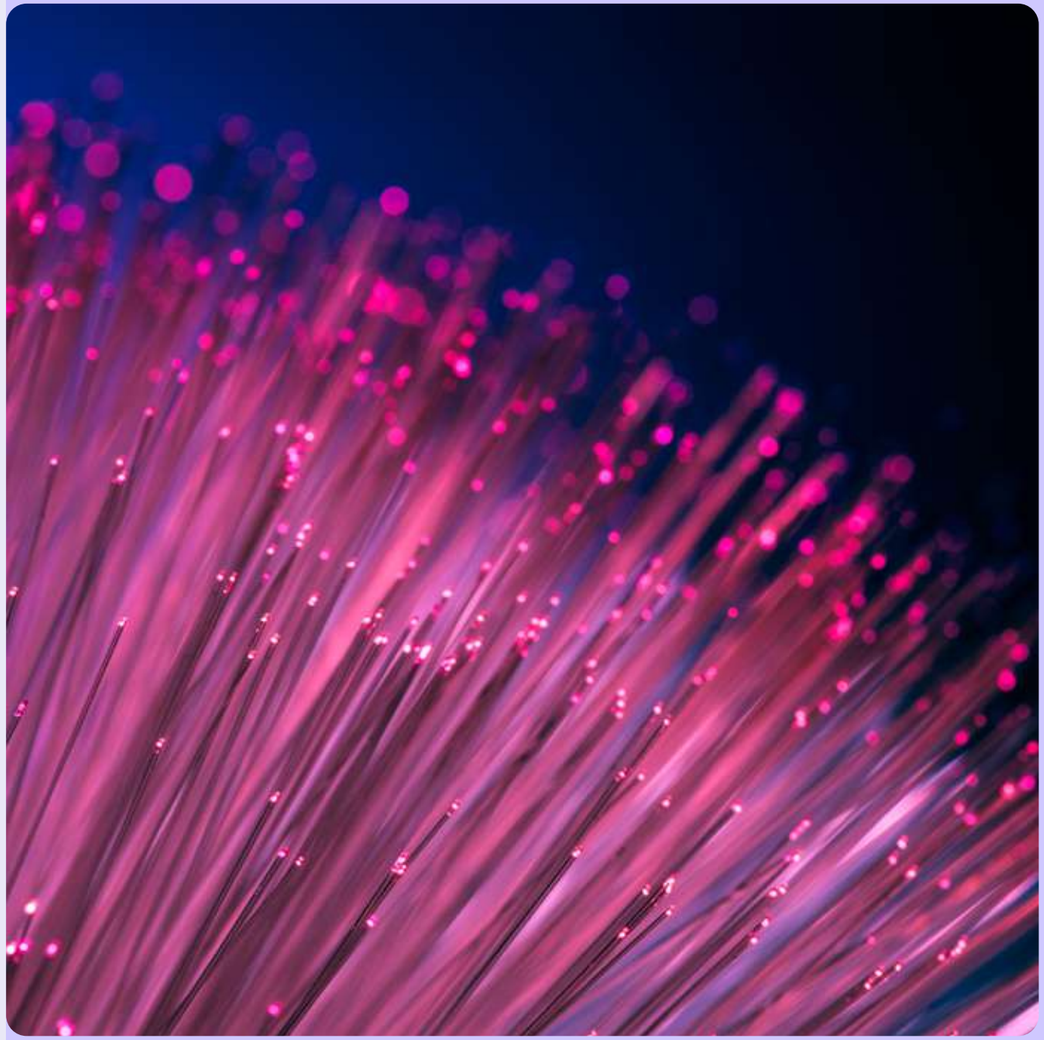
Por último, cabe mencionar que en el **Cuadrante IV** (alto en Investigación, Desarrollo y Adopción y bajo en Gobernanza), solo se encuentra México, el que se caracteriza por un buen desempeño en Investigación, Desarrollo y Adopción, pero con desafíos en materia de Gobernanza.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, es preciso señalar que esta mirada inicial enfocada en obtener un **panorama general de la posición de los países en las tres dimensiones,** debe complementarse con un análisis detallado de cada una de las subdimensiones, indicadores y subindicadores.

Si bien es cierto que estos gráficos proporcionan una visión amplia sobre la base de los puntajes finales, es fundamental profundizar en los subindicadores, pues ciertamente revelan detalles valiosos y enriquecen el análisis de cada dimensión. La aproximación más granular permite capturar la posición relativa de los países en aspectos específicos y realizar comparaciones, en algunos casos, con cifras a nivel mun|dial, lo cual es crucial para equilibrar los resultados finales. De este modo, se logra una comprensión más completa y precisa de los desafíos y oportunidades que enfrenta cada país para entregar una interpretación más matizada y estratégica de los datos.

CAPÍTULO_B

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ILIA 2024



Diez son los hallazgos más importantes de este informe. En esta versión del índice, estos hallazgos son un eco de la ampliación del alcance geográfico del instrumento y de las nuevas variables investigadas en cada dimensión.

1. Talento escaso

La concentración de talento en IA en la fuerza de trabajo de América Latina y el Caribe ha aumentado en un 100% en promedio en los últimos ocho años, lo cual contrasta con que ningún país ha alcanzado los niveles evidenciados en países del Norte Global en el mismo período de tiempo, lo que indica que la brecha entre ese referente y la región se ha mantenido.

2. Alfabetización al alcance de la mano

Mientras que la brecha de competencias en el ámbito de la ingeniería puede ser de hasta cinco veces respecto de los países industrializados, en el ámbito de la alfabetización no solo es menor, sino que en algunos países la región muestra una penetración relativa más alta. En ese sentido, promover políticas en favor de la adquisición de habilidades en IA y fomentar el uso de herramientas tecnológicas inteligentes, representan una oportunidad para garantizar opciones laborales para la fuerza de trabajo de la región.

3. El desafío no es solo formar, también retener

Desde 2019 en adelante, se ha detectado una tendencia permanente de fuga de talentos neta en América Latina y el Caribe. Con la excepción de Costa Rica y Uruguay, en años específicos, todos los países han perdido más especialistas de los que han atraído. En consecuencia, junto con los desafíos asociados a la formación de capacidades en IA, la región enfrenta el desafío creciente de retener a sus especialistas, ya que en términos migratorios los países estudiados no se perfilan como atractores de talento.

4. Más que amenaza, una oportunidad

La incorporación de herramientas de IA generativa podría acelerar las tareas realizadas por los 5,69 millones de trabajadores y trabajadoras que se desempeñan en las 100 ocupaciones más importantes de Chile. Dependiendo de cómo se distribuyera el nuevo tiempo disponible, este aumento de eficiencia tiene el potencial de elevar el PIB de Chile en 1.2 puntos.

5. La importancia de la matriz económica

La caracterización económica de cada país, así como las políticas públicas subyacentes, tienen un impacto directo en la capacidad de adopción de IA. Mientras que los países más liberales -como Chile, Uruguay y Costa Rica- muestran mejores niveles de entorno emprendedor, inversión privada y aparición de startups. Los países más industrializados y competitivos en el mercado global -entre los que se cuentan México, Brasil- exhiben mejores tasas de patentamiento, trabajadores de alta tecnología, empresas unicornios y de fabricación de tecnología de punta.

Estas diferencias estructurales inciden en los mecanismos a través de los cuales la IA se integra en la economía, su velocidad de adopción y sus características.

6. El género necesita inspiración

La participación de mujeres en IA presenta cifras robustas en algunos países, pero la variabilidad en los puntajes en gran parte de la región refleja que los esfuerzos por cerrar la brecha de género son insuficientes e, incluso, insignificantes. Comprender las mejores prácticas llevadas a cabo en lugares que han reducido este desequilibrio es clave para promover la equidad de género y aprovechar la gran oportunidad que esto representa para el desarrollo de esas condiciones en la región.

7. La multidisciplina goza de buena salud

El creciente número de publicaciones de carácter multidisciplinario asociadas con IA alcanzó un nivel estimado del 80% en la región. Este fenómeno evidencia una penetración cada vez mayor de herramientas basadas en la tecnología para catalizar el desarrollo científico y académico en la región. Cerca del 70% de las publicaciones citadas se concentran en 10 disciplinas específicas, siendo la medicina clínica la más relevante.

8. Creatividad e interés legislativo en IA

Actualmente existen 38 iniciativas legales en discusión o ya aprobadas en materia de IA. Los contenidos son diversos y abordan desde elementos concretos y aplicaciones específicas de la tecnología hasta marcos regulatorios más amplios. De este modo, se identifican algunas iniciativas que buscan modificar el Código Penal para sancionar explícitamente el uso indebido de la IA generativa, como las estafas telefónicas (Chile) o de violación de la privacidad sexual de una persona, como fue un caso en (México).

9. Muchas ganas, pero sin sentido de urgencia

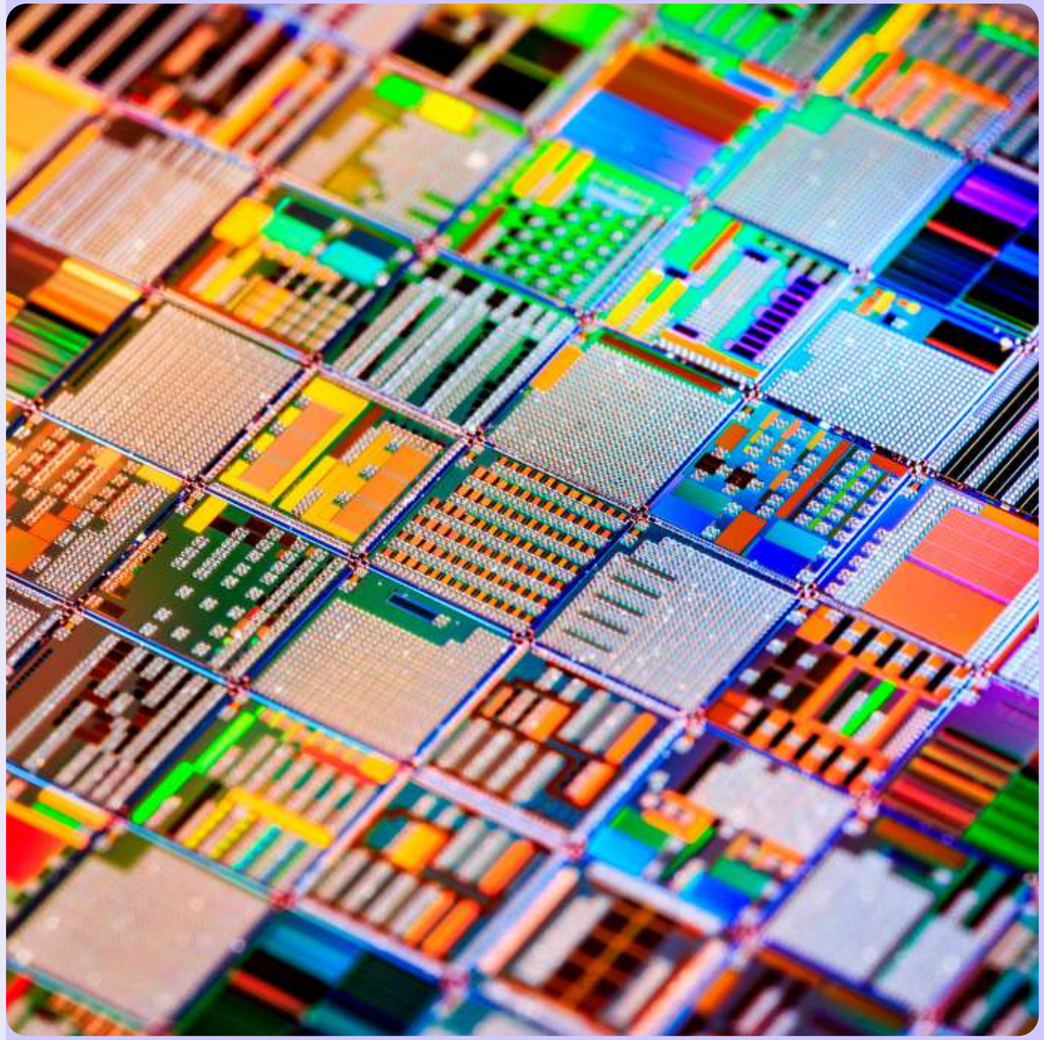
A pesar de los avances en diversas áreas relevantes para el desarrollo de la IA, no hay iniciativas orgánicas que capturen la necesidad urgente de sumarse al acelerado progreso de la IA. A modo de ejemplo, aunque varios países han declarado políticas nacionales de IA, estas no han sido respaldadas por un compromiso decidido de recursos, acorde a la relevancia y urgencia necesarios para reducir brechas y afrontar el importante desafío.

10. Ni ponies ni unicornios

La creación de startups dentro del ecosistema privado de la IA es incipiente y presenta una notable concentración en pocos países, lo que es consistente con el volumen de inversión privada en IA. No resulta sorpresiva, así, la escasez de empresas unicornio en la región, algo que apunta a la necesidad de fortalecer los mecanismos de apoyo y financiamiento para el escalamiento de startups con el fin de que se consoliden como empresas de gran impacto.

CAPÍTULO_C

FACTORES HABILITANTES



C.1 Principales Hallazgos

Escasez de talento.
La concentración de talento en IA en la fuerza de trabajo de América Latina y el Caribe ha aumentado en un 100% en promedio en los últimos ocho años. Sin embargo, en ningún país ha alcanzado los niveles evidenciados en países del Norte Global en el mismo período de tiempo, lo que indica que la brecha entre el Norte Global y la región se ha mantenido.

Alfabetización al alcance de la mano.
Mientras que la brecha de competencias en el ámbito de la ingeniería puede ser de hasta cinco veces respecto del Norte Global, en el ámbito de la alfabetización no solo es menor, sino que en algunos países la región muestra una penetración relativa más alta. En ese sentido, promover políticas de alfabetización y fomentar el uso de herramientas de IA representan una oportunidad para garantizar opciones laborales para la fuerza de trabajo de la región.

Atraso en la adopción de competencias técnicas.
En América Latina el crecimiento de competencias específicas de IA está relacionado con técnicas básicas de IA, como son el reconocimiento de patrones y árboles de decisión. Mientras que en el resto del mundo el liderazgo lo tienen aquellas habilidades asociadas al entrenamiento de modelos y procesamiento de lenguaje natural. Las carencias estructurales, en términos de software y cómputo en el Sur Global, parecen tener un impacto directo en la capacidad regional de adquirir competencias específicas en la disciplina.

Ingeniería de IA en proceso de madurez.
La penetración relativa de competencias de IA en ocupaciones de ingeniería presenta un nivel de madurez menor que el del Norte Global. Solo Brasil se encuentra sobre el promedio mundial, ocupando el lugar 13. El resto de los países latinoamericanos se ubican por debajo del lugar 27.

Baja sofisticación en los empleos.
El indicador de ocupaciones únicas de IA evidencia el nivel de sofisticación del mercado laboral en materia de IA. Mientras EE.UU. e India muestran cerca de 100 ocupaciones únicas, el promedio de América Latina y el Caribe es de 10, salvo Brasil que presenta 20. Lo que indica que las ocupaciones de ingeniería en IA en la región son más generalistas que las de economías avanzadas, con menores niveles de especialización.
El desafío no es solo formar, también retener.

Desde 2019 en adelante, se ha detectado una tendencia permanente a la fuga de talentos neta en América Latina y el Caribe. Con la excepción de Costa Rica y Uruguay, en años específicos, todos los países han perdido más talento del que han atraído. En consecuencia, junto con los desafíos asociados a la formación de talento en IA, la región enfrenta el desafío creciente de retenerlo, ya que en términos migratorios los países estudiados no se perfilan como atractores de talento en IA.

Una brecha contraintuitiva.
Los patrones en la brecha de género que se evidencian en ingeniería de IA se replican en el desarrollo de competencias de alfabetización en IA, siendo incluso más profundos. Mientras que en ingeniería la participación de mujeres es del 27%, en el caso de alfabetización es del 22%. El panorama es preocupante, considerando que se trata de habilidades que aparecen en los últimos dos años y revelan, además, una tendencia alcista en la brecha.

Partir por lo básico.
La velocidad vertiginosa con la que avanza la tecnología, así como las oportunidades que ésta ofrece en términos de desarrollo económico e impacto social, podrían persuadir a tomadores de decisiones a buscar mecanismos novedosos para reducir la brecha de talento humano avanzado. Sin embargo, los datos muestran que el desafío más urgente sigue estando en la formación de habilidades básicas, tales como el pensamiento crítico, pensamiento computacional y vocaciones de STEM. Mejorar la calidad de los sistemas educativos públicos es una condición *sine qua non* para alcanzar un acceso justo y equitativo a la tecnología.

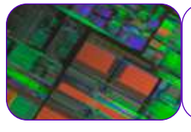
Acceso sin calidad.
El porcentaje de la población que puede acceder a una red móvil es alto a nivel regional, con 92,96 puntos promedio. Sin embargo, esta cifra esconde disparidades significativas entre los países, específicamente en lo que se refiere a la velocidad de descarga o a las suscripciones activas de banda ancha. Esto se vuelve más evidente en áreas rurales, donde la inclusión digital y el acceso a datos en tiempo real son críticos para el desarrollo y la innovación. La inversión en infraestructura habilitante de conectividad debe seguir siendo prioritaria.

El que no computa, no compite.
Las capacidades de las infraestructuras de computación de alto rendimiento son limitadas América Latina, con un puntaje regional promedio de tan solo 12,32 puntos. Son pocas las naciones que se destacan y ninguna posee capacidad soberana para el desarrollo de modelos de IA. La mayoría de los países muestran limitaciones importantes también en el uso de la nube, lo que impacta negativamente en su potencial de desarrollo tecnológico y de aplicaciones de IA.

Oportunidades concretas frente a nosotros.
Gran parte de la región carece de la infraestructura necesaria para garantizar fiabilidad, seguridad y eficiencia en el manejo de datos críticos. Solo unos pocos países, como Costa Rica, Panamá y Uruguay, muestran avances significativos en esta área, lo que evidencia una brecha en la capacidad de la región para soportar operaciones digitales robustas y seguras. La disponibilidad de energías limpias en la región, y los avances en conectividad con el resto del mundo, ofrecen una oportunidad de desarrollo industrial digital basado en centros de datos que no se está aprovechando.

Acceso barato, pero limitado.
La asequibilidad de teléfonos inteligentes en Latinoamérica es limitada, con un puntaje regional promedio de 32,68 puntos, lo que indica que en muchos países de la región los teléfonos inteligentes siguen siendo relativamente costosos. Esto sugiere que el acceso a tecnología móvil, crucial para la inclusión digital y el aprovechamiento de la IA, sigue siendo un desafío en gran parte de la región, limitando así el potencial de desarrollo tecnológico y la equidad en el acceso a herramientas digitales.

Aún rezagadas en el 3G
La implementación de la tecnología 5G en Latinoamérica aún es incipiente, con un puntaje regional bajo los 9,34 puntos. Aunque algunos países han avanzado en el despliegue de antenas 5G, la mayoría de la región sigue rezagada en esta área crítica para el desarrollo tecnológico y la conectividad avanzada. Este bajo nivel de infraestructura 5G podría limitar el acceso a tecnologías emergentes y el desarrollo de aplicaciones avanzadas de IA en gran parte de la región.



C.2 Descripción de la Dimensión

La dimensión de Factores Habilitantes mide el avance de aquellos elementos o condiciones que constituyen el punto de partida para que los ecosistemas de IA se puedan desarrollar de manera efectiva. Las variables de las que depende este desarrollo, se agrupan en torno a tres subdimensiones: Infraestructura, Datos y Talento Humano.

La **subdimensión de Infraestructura** evalúa las condiciones tecnológicas que habilitan el avance de la IA, incluyendo aquellas relacionadas con la conectividad, la capacidad de cómputo y la accesibilidad a dispositivos -como computadoras y teléfonos inteligentes- entre la población de cada país.

La **subdimensión de Datos**, por su parte, se refiere a la disponibilidad de estos como un recurso indispensable para el desarrollo de modelos e inferencia en ámbitos que van desde la investigación hasta la participación ciudadana. Al igual que en la versión 2023 del índice, esta subdimensión se construyó a partir de los indicadores y subindicadores incluidos en el reporte Global Data Barometer 2021[1].

La **subdimensión de Talento Humano** alude al desarrollo de competencias en IA por parte de la población y la fuerza de trabajo, las que resultan clave para el avance de la IA en cada país.

Para entender lo gravitante que es la existencia de los "factores que habilitan" la IA, es importante reflexionar respecto a qué sucede cuando estos no evolucionan: sin infraestructuras que almacenen información de manera robusta y escalable, o sin máquinas capaces de procesar grandes cantidades de datos, menor es la posibilidad de entrenar modelos; sin datos suficientes y de calidad, se reducen las posibilidades de entrenar modelos de aprendizaje automático precisos y robustos y sin profesionales ni técnicos competentes para desarrollar o aprovechar esta tecnología, menores son las opciones de un país para innovar y crecer económicamente.

Cabe mencionar que la dimensión de **Factores Habilitantes** tiene una **ponderación del 40%** en el cálculo global del índice. Este peso se definió así considerando que los Factores Habilitantes son la base fundamental para el desarrollo de la IA. En otras palabras, sin estos factores, el avance de la IA no sería posible.

Cada una de estas subdimensiones se compone de indicadores y subindicadores agrupados en una matriz encargada de proporcionar toda la información relevante que otorga puntajes a cada país.

El número de subindicadores (la unidad de datos que es capturada en la investigación) pasó de 23 a 31 elementos, con un aumento relevante en el indicador de Conectividad. La suma de más variables, así como también la mayor importancia relativa de la dimensión en el cálculo del puntaje final, permite evidenciar de mejor manera la relevancia y detalles de los factores habilitantes para el desarrollo de la IA en la región. La siguiente tabla detalla (en blanco) los factores que se conservaron respecto al año pasado y los que se sumaron para esta versión (en color).

1. Aunque se utilizan los mismos datos brutos, es importante tener en cuenta que existen variaciones en los puntajes debido a que los cálculos de este año incluyen un mayor número de países y variaciones en el proceso de normalización de los datos.

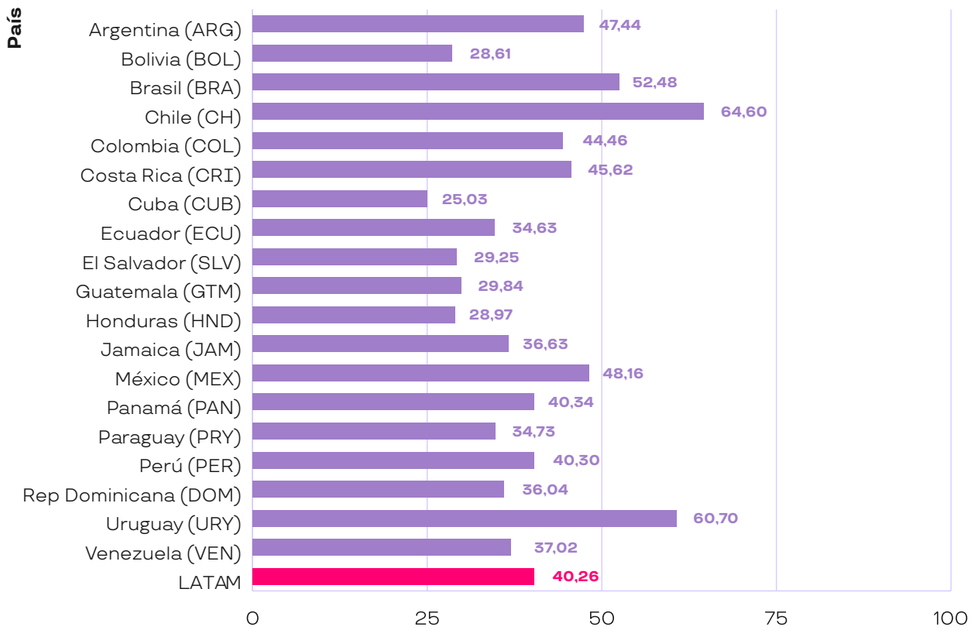
Tabla 1: Composición de la dimensión Factores Habilitantes
** En color nuevos subindicadores 2024*

Subdimensión	Indicadores	Subindicadores
Infraestructura	Conectividad	% Población que usa internet
		Velocidad promedio de descarga móvil
		Implementación de 5G
		Cobertura de redes móviles
		Hogares con acceso a internet
		Suscripciones activas de banda ancha móvil
		Suscripciones de banda ancha fija
		Promedio de velocidad de descarga banda ancha fija
		Promedio de latencia
		Cesta básica de banda ancha fija
	Cómputo	Nube
		Capacidad de infraestructuras de HPC
		Centros de datos certificados
		IXP
		Servidores de Internet seguros
	Dispositivos	Hogares que tienen computadora
		Asequibilidad de teléfono inteligente
		Adopción IPv6
Datos	Barómetro de Datos	Disponibilidad
		Capacidades
		Gobernanza
		Uso e impacto
Talento humano	Alfabetización en IA	Educación temprana en ciencia
		Educación temprana en IA
		Habilidad de inglés
Talento humano	Formación profesional en IA	Penetración de habilidades en IA
		Licenciados STEM
	Talento humano avanzado	Programas de magíster en IA en universidades del Ranking QS
		Programas de doctorado en IA en universidades del Ranking QS
		Programas de magíster en IA universidades acreditadas
		Programas de doctorado en IA universidades acreditadas

Fuente: ILIA 2024

El **Gráfico 1** presenta los resultados a nivel regional en esta dimensión, destacando a **Chile y Uruguay con los puntajes más altos**, con 64,60 y 60,70 puntos, respectivamente. Les siguen Argentina, Brasil, Costa Rica y México, que superan el promedio regional de 40,26 puntos. En contraste, los otros 13 países se ubican alrededor o por debajo de este promedio.

Gráfico 1: Puntajes de la dimensión Factores Habilitantes por país



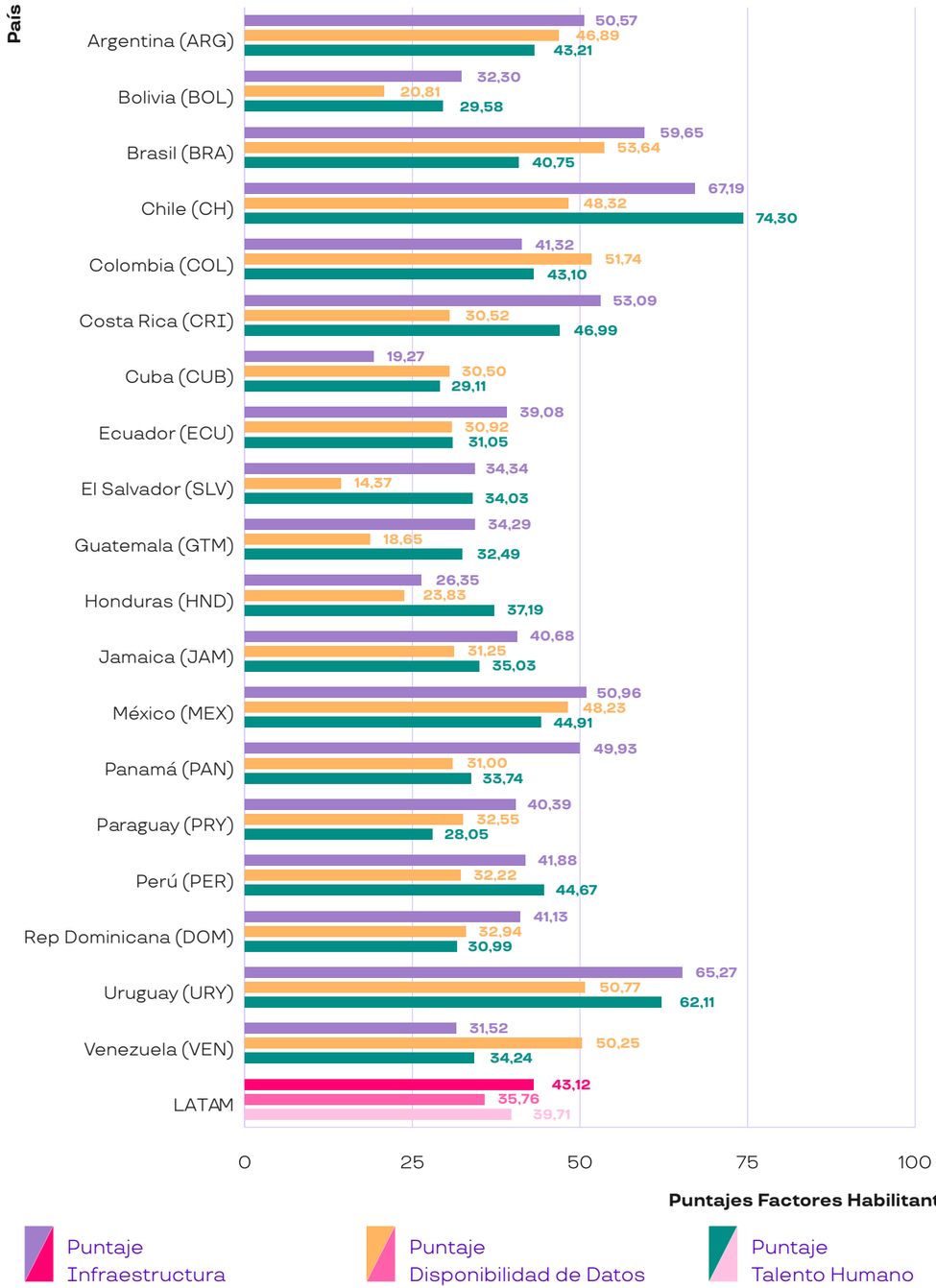
Fuente: ILIA 2024

El detalle de cada subdimensión se encuentra en el **Gráfico 2**, donde aparecen los puntajes totales para este año en **Infraestructura (43,12); Disponibilidad de Datos, (35,76); y Talento Humano, (39,71)**. Un análisis más profundo de cada una de estas áreas permite comprender el panorama general de los factores habilitantes en la región, los cuales, en conjunto, ilustran el estado actual de las capacidades fundamentales para el desarrollo de la IA en América Latina.

Cabe mencionar que los dos países que se destacan como líderes regionales en la dimensión de Factores Habilitantes -Chile y Uruguay- lo hacen con buenos resultados en Infraestructura y en Talento Humano. En contraste, países como Bolivia, Cuba y Venezuela enfrentan importantes desafíos para proyectar sus ecosistemas de IA, dado lo bajo de sus puntajes en la mayoría de las dimensiones.

Si solo se observa la subdimensión de Infraestructura, queda de relieve el **liderazgo de Uruguay (65,27), Chile (67,19) y Brasil (59,65).** Mientras que, si se pone atención a la Disponibilidad de Datos, los que sobresalen son Brasil (53,64) y Uruguay (50,77). Finalmente, los tres países más destacados en Talento Humano son Chile (74,30), Uruguay (62,11) y Costa Rica (46,99).

Gráfico 2: Puntaje total subdimensiones de Factores Habilitantes



Fuente: ILIA 2024

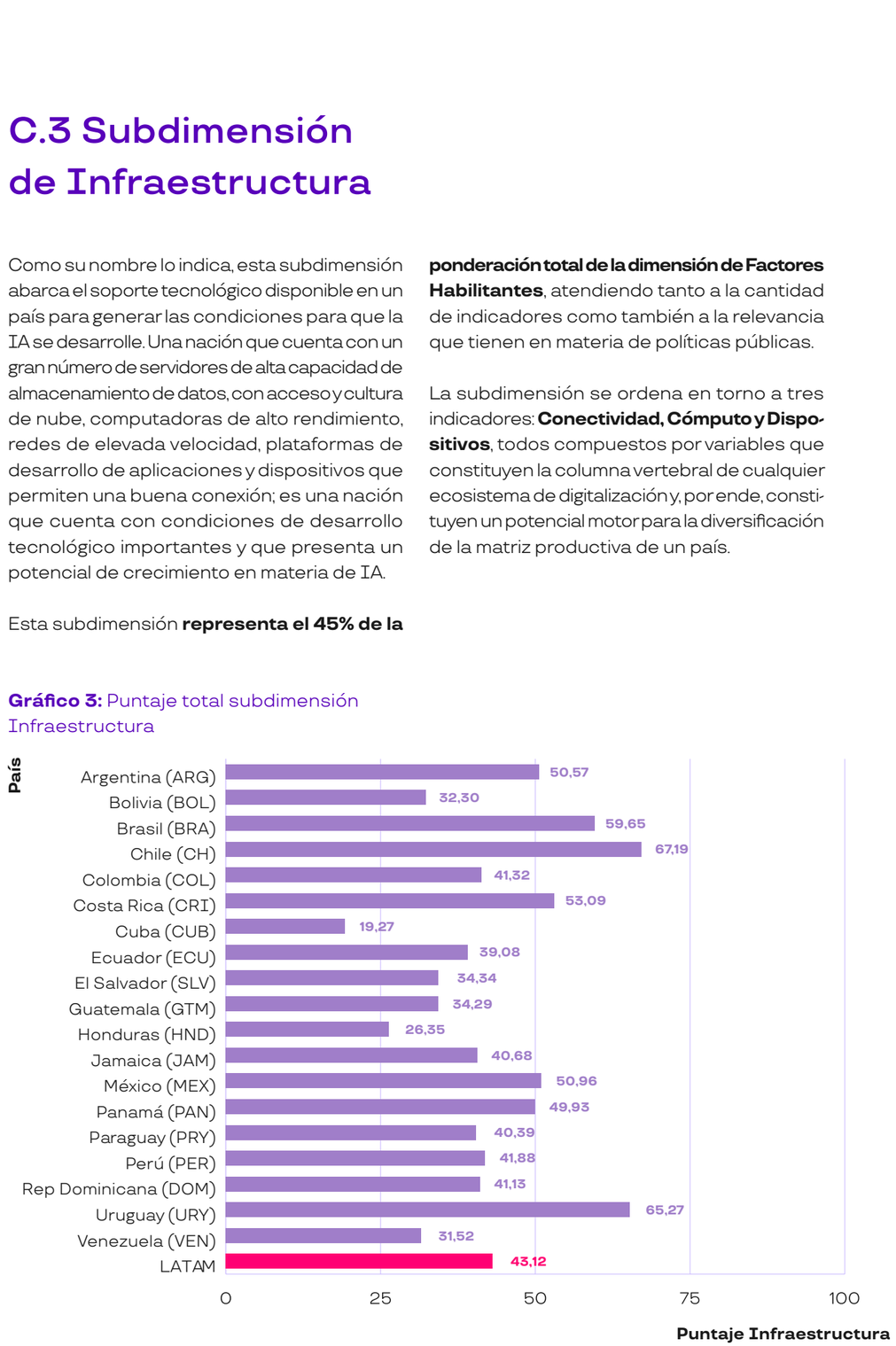
C.3 Subdimensión de Infraestructura

Como su nombre lo indica, esta subdimensión abarca el soporte tecnológico disponible en un país para generar las condiciones para que la IA se desarrolle. Una nación que cuenta con un gran número de servidores de alta capacidad de almacenamiento de datos, con acceso y cultura de nube, computadoras de alto rendimiento, redes de elevada velocidad, plataformas de desarrollo de aplicaciones y dispositivos que permiten una buena conexión; es una nación que cuenta con condiciones de desarrollo tecnológico importantes y que presenta un potencial de crecimiento en materia de IA.

Esta subdimensión **representa el 45% de la ponderación total de la dimensión de Factores Habilitantes**, atendiendo tanto a la cantidad de indicadores como también a la relevancia que tienen en materia de políticas públicas.

La subdimensión se ordena en torno a tres indicadores: **Conectividad, Cómputo y Dispositivos**, todos compuestos por variables que constituyen la columna vertebral de cualquier ecosistema de digitalización y, por ende, constituyen un potencial motor para la diversificación de la matriz productiva de un país.

Gráfico 3: Puntaje total subdimensión Infraestructura



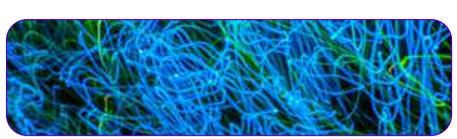
Fuente: ILIA 2024

Considerando los resultados expuestos en el Gráfico 3, los países se pueden dividir en tres grupos, de acuerdo a sus diferentes niveles de madurez de ecosistemas de infraestructura.

Países con alta capacidad de Infraestructura (sobre 50 puntos): Son aquéllos que cuentan con las mejores capacidades de infraestructura, lo que les permite una base sólida para el desarrollo de tecnología y adopción. Es el caso de Chile (67,19), Uruguay (65,27), Brasil (59,65), Costa Rica (53,09), México (50,96) y Argentina (50,57).

Países con capacidad intermedia de Infraestructura (entre 40 y 50 puntos): En este grupo se ubican los que disponen de una infraestructura moderada que, aunque presentan fortalezas, aún enfrentan desafíos para alcanzar el nivel de los líderes regionales como Panamá (49,93), Perú (41,88), Colombia (41,32), Rep Dominicana (41,13), Jamaica (40,68) y Paraguay (40,39).

Países con capacidad limitada de Infraestructura (menos de 40 puntos): Se trata de países con infraestructuras limitadas, que necesitan fortalecer sus capacidades en esta área: Ecuador (39,08), El Salvador (34,34), Guatemala (34,29), Bolivia (32,30), Venezuela (31,52), Honduras (26,35) y Cuba (19,27).



C.3.1 Conectividad

Este indicador considera las **condiciones de acceso a Internet** en cada país y las características de la red, midiendo aspectos como la cobertura, latencia, velocidad, tanto fija como móvil.

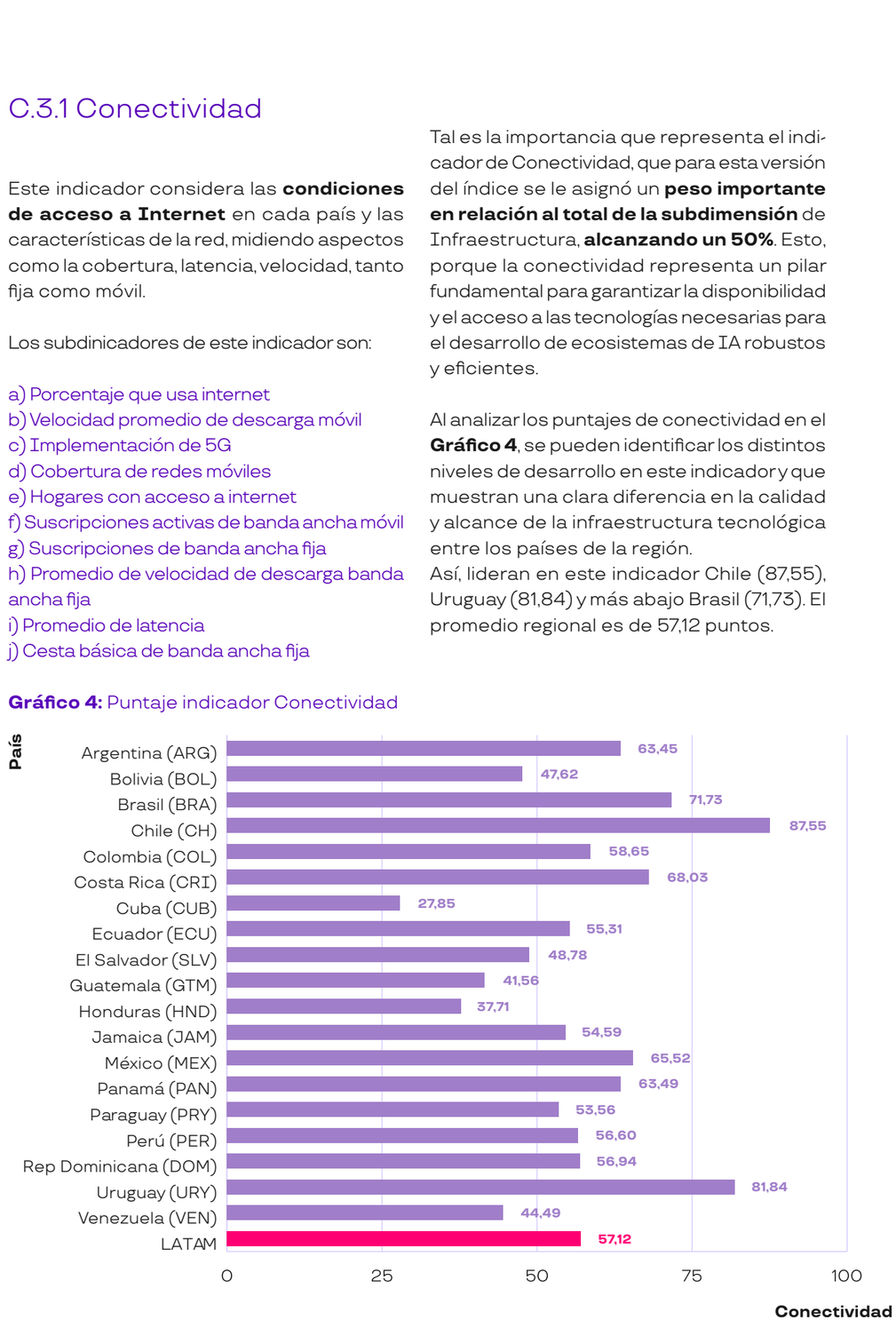
Los subdinicadores de este indicador son:

a) Porcentaje que usa internet
b) Velocidad promedio de descarga móvil
c) Implementación de 5G
d) Cobertura de redes móviles
e) Hogares con acceso a internet
f) Suscripciones activas de banda ancha móvil
g) Suscripciones de banda ancha fija
h) Promedio de velocidad de descarga banda ancha fija
i) Promedio de latencia
j) Cesta básica de banda ancha fija

Tal es la importancia que representa el indicador de Conectividad, que para esta versión del índice se le asignó un **peso importante en relación al total de la subdimensión** de Infraestructura, **alcanzando un 50%**. Esto, porque la conectividad representa un pilar fundamental para garantizar la disponibilidad y el acceso a las tecnologías necesarias para el desarrollo de ecosistemas de IA robustos y eficientes.

Al analizar los puntajes de conectividad en el **Gráfico 4**, se pueden identificar los distintos niveles de desarrollo en este indicador y que muestran una clara diferencia en la calidad y alcance de la infraestructura tecnológica entre los países de la región.
Así, lideran en este indicador Chile (87,55), Uruguay (81,84) y más abajo Brasil (71,73). El promedio regional es de 57,12 puntos.

Gráfico 4: Puntaje indicador Conectividad



Fuente: ILIA 2024

A continuación se presentan los resultados de los 10 subindicadores que componen el indicador de conectividad, los cuales se agruparon en tres categorías para facilitar la lectura e interpretación.

a) Velocidad promedio de descarga móvil; Cobertura de redes móviles; y Suscripciones activas de banda ancha móvil

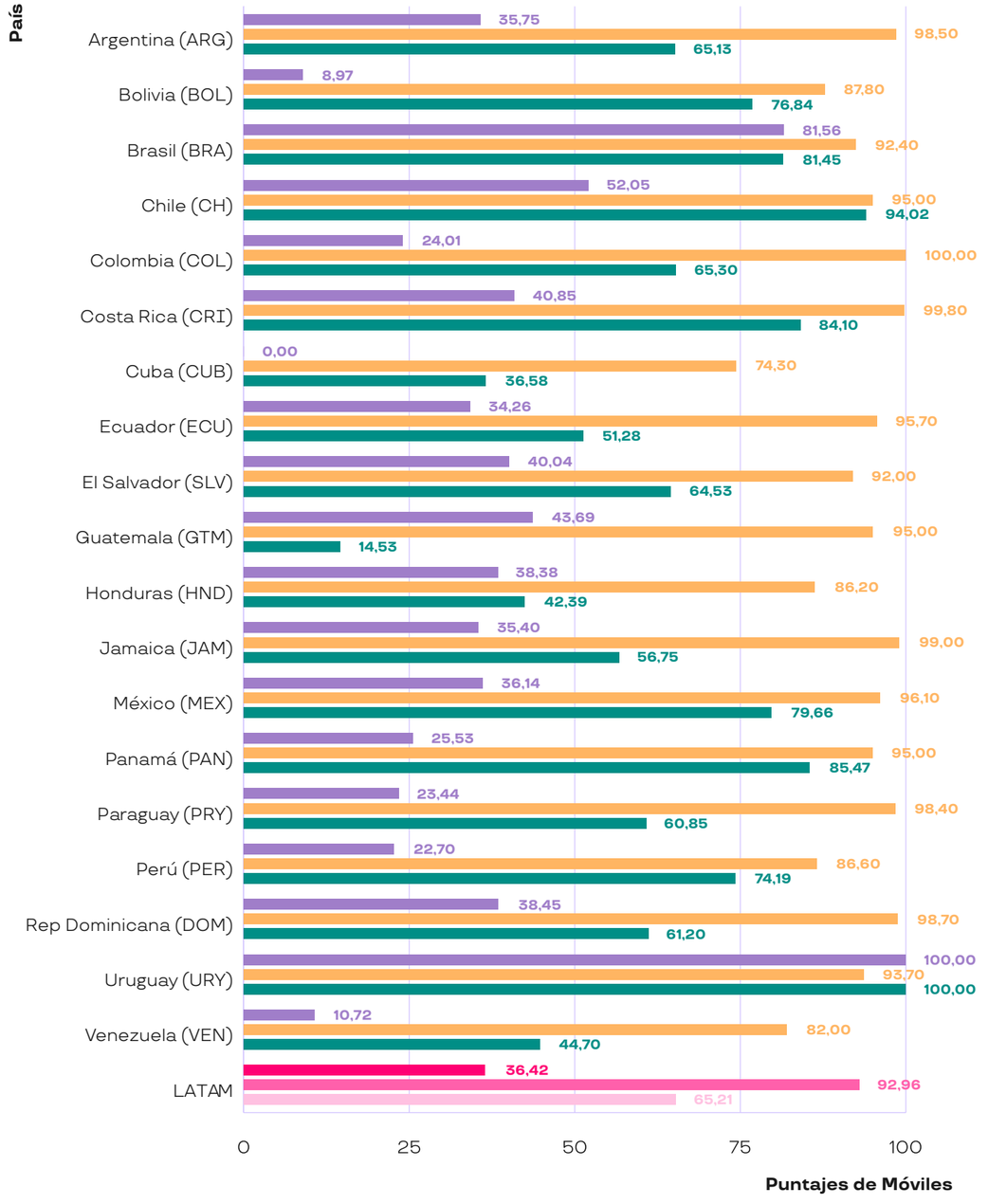
Estos tres subindicadores muestran, desde distinta óptica, la calidad de la conexión móvil. En el caso del de **Velocidad promedio de descarga móvil** -que se expresa Mbps y que apunta al promedio de datos que un dispositivo puede descargar en un segundo- el puntaje promedio regional es de 36,42 puntos. Los países que superan este promedio son **Uruguay**, con 68,10 Mbps y **el máximo puntaje; Brasil**, con 56,28 Mbps y **81,56 puntos;** y **Chile**, con 37,37 Mbps y **52,05 puntos.**

En contraste, los países por debajo del promedio regional en velocidad de descarga se concentran principalmente en el Caribe y Centroamérica, con puntajes que van desde Bolivia con 8,97 (equivalente a 9,76 Mbps) hasta México con 36,14 (27,17 Mbps).

En cuanto al subindicador de **Cobertura de redes móviles**, referido al porcentaje de habitantes de un país que se encuentra dentro del alcance de, al menos, una señal móvil con tecnología 3G, se observa que la **región presenta puntajes elevados**, con un promedio de 92,96 puntos. Lo que sugiere que la mayoría de la población cuenta con acceso a internet, independiente si es a través de un método de suscripción o no.

Por último, el subindicador de **Suscripciones activas de banda ancha móvil,** que refleja el número de suscripciones por cada 100 habitantes, a un servicio de Internet móvil -ya sea a través de teléfonos, computadores y dispositivos como USB/dongles- muestra **puntajes bastante dispares**. A nivel regional, se alcanza un **promedio de 65,21** puntos. Sin embargo, se observan áreas de mejora en países como Guatemala, con 14,53 puntos, lo que equivale a 17 suscripciones activas por cada 100 personas, y Cuba, con 36,58 puntos, que corresponden a 42,80 suscripciones por cada 100 personas.

Gráfico 5: Puntaje de subindicadores relativos a móviles



Velocidad promedio de descarga móvil (Mbps)

Cobertura de redes móviles (%)

Suscripciones activas de banda ancha móvil (p/c 100 personas)

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Speedtest, ITU Datahub.

b) Suscripciones de banda ancha fija; Promedio de velocidad de descarga banda ancha fija; y Cesta básica de banda ancha fija

Estos tres subindicadores reflejan la **calidad de la cobertura de la banda ancha fija**. Comparados con los indicadores de conexiones móviles, resulta interesante constatar que existe una brecha muy importante entre la conectividad fija y móvil. La conectividad móvil es un buen proxy de la capacidad de acceso a la tecnología a nivel de usuario o consumidor, mientras que las conexiones fijas son aquellas que habilitan el acceso desde un nivel de desarrollador o promotor. Programar un algoritmo o una red neuronal no es viable con un dispositivo móvil en general. Estas brechas son coherentes con otras que se evidencian más adelante.

En primer lugar, se presenta el subindicador de las **Suscripciones de banda ancha fija**, que indica el número de suscripciones, por cada 100 habitantes, a un servicio de conexión a internet a través de un cable físico, como fibra óptica, cable coaxial o DS, y que ofrecen una alta velocidad de transmisión de datos, es decir, iguales o superiores a 256 kbit/s. Los puntajes de los 19 países son bastante heterogéneos y se reflejan en el promedio regional de 39,19 puntos. **Uruguay lidera en este subindicador** con el máximo puntaje y países como **Argentina, Chile y Costa Rica destacan con más de 60 puntos**, los que representan más de 21 suscripciones activas de banda ancha fija por cada 100 personas.

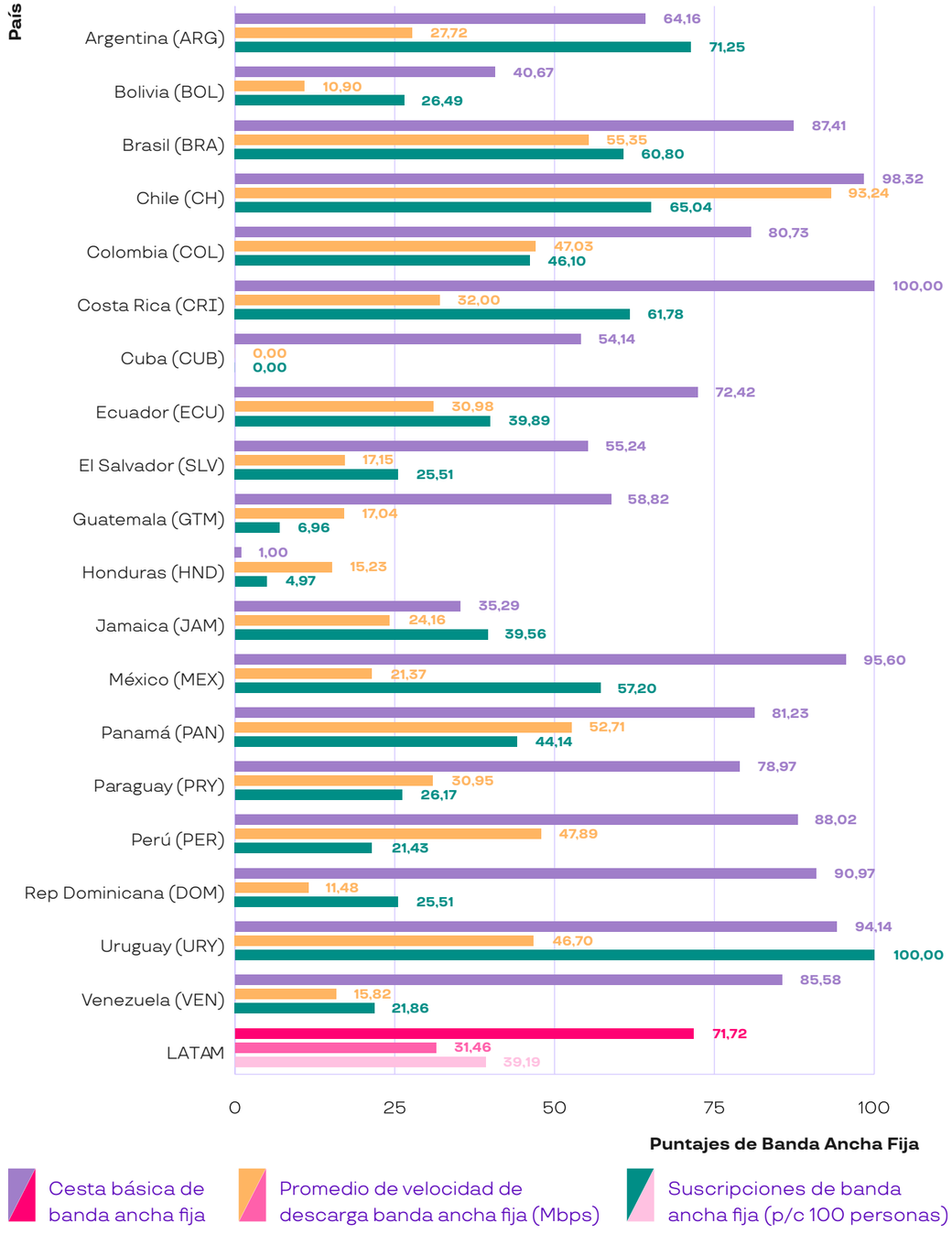
En segundo lugar, se evaluó el subindicador de **Velocidad promedio de descarga de banda ancha fija (Mbps)**, que refleja la inversión en infraestructura realizada en cada país y en ese sentido la calidad de las políticas públicas para promover la conectividad. La velocidad de banda ancha fija depende estrechamente de la cantidad de fibra óptica o cables de cobre que habiliten. En la mayoría de los países se observan puntajes por debajo de 50 puntos. Los únicos países que superan esta línea son **Chile (93,24)** con una velocidad de descarga de 265,12 Mbps; **Brasil (55,35)** con una de 158,27 Mbps; y **Panamá (52,71)** con una de 151,14 Mbps.

Finalmente, el subindicador de **Cesta básica de banda ancha fija** muestra el acceso de la población al plan más económico (5 GB mensuales a alta velocidad de 256 kbits/s), ofrecido por el operador con mayor participación en el mercado del país. El puntaje está dado por el porcentaje del Ingreso Nacional Bruto per cápita de cada país que representa el precio de ese plan básico de internet respectivo (es necesario calcularlo de esta manera por la diferencia en los niveles de ingresos entre un país y otro).

A nivel regional, el puntaje de este subindicador alcanza los 71,72 puntos, situándose **a la cabeza Costa Rica,** donde el plan básico representa solo el 1,64% del Ingreso Nacional Mensual per cápita, algo que da cuenta de su accesibilidad en relación con la economía del país. A éste, le sigue **Chile, con 98,32 puntos,** equivalente al 1,83% del Ingreso Nacional Mensual per cápita.

Los resultados que se obtienen en este subindicador muestran las posibilidades que tiene un consumidor para acceder al mundo digital y, también, a las herramientas de IA a nivel de desarrollador. Mientras mayor el puntaje, mayores las posibilidades de un ciudadano de gozar de las ventajas de la tecnología. En las antípodas, un país con baja puntuación, mantiene a sus potenciales usuarios más restringidos.

Gráfico 6: Puntaje de subinindicadores relativos a banda ancha fija



Fuente: ILIA 2024 / Datos: ITU DataHub, Speedtest y ITU DataHub

Aunque algunos países en Latinoamérica han logrado mantener costos relativamente accesibles para la banda ancha fija en relación con sus economías, la región enfrenta desafíos significativos en cuanto a la calidad y adopción de esta tecnología. La baja velocidad promedio de descarga en la mayoría de los países no solo limita la capacidad de implementar aplicaciones avanzadas de IA -que dependen de un acceso rápido y estable a Internet- sino que de avanzar en la transformación digital, lo que tiene un impacto en el desarrollo socioeconómico de las naciones que arrojan las mayores brechas.

c) Porcentaje de población que usa Internet; y Hogares con acceso de Internet

Estos subindicadores reflejan el acceso a internet por parte de la población de cada país. El de Porcentaje de la población que usa Internet, mide la proporción de individuos que utilizaron Internet -de red fija o móvil- desde cualquier lugar en los últimos tres meses, y busca evaluar la frecuencia y el alcance del uso de Internet en cada país.

Según muestra el Gráfico 7, el promedio regional es de 75,79 puntos, lo que refleja un buen nivel de conectividad en la región. **Chile destaca con 90,68 puntos**, lo que se traduce en un 90,68% de su población conectada en los últimos tres meses. En tanto, **Uruguay, con 89,87 puntos,** revela que un 89,87% del total de sus habitantes cuenta con acceso reciente a Internet.

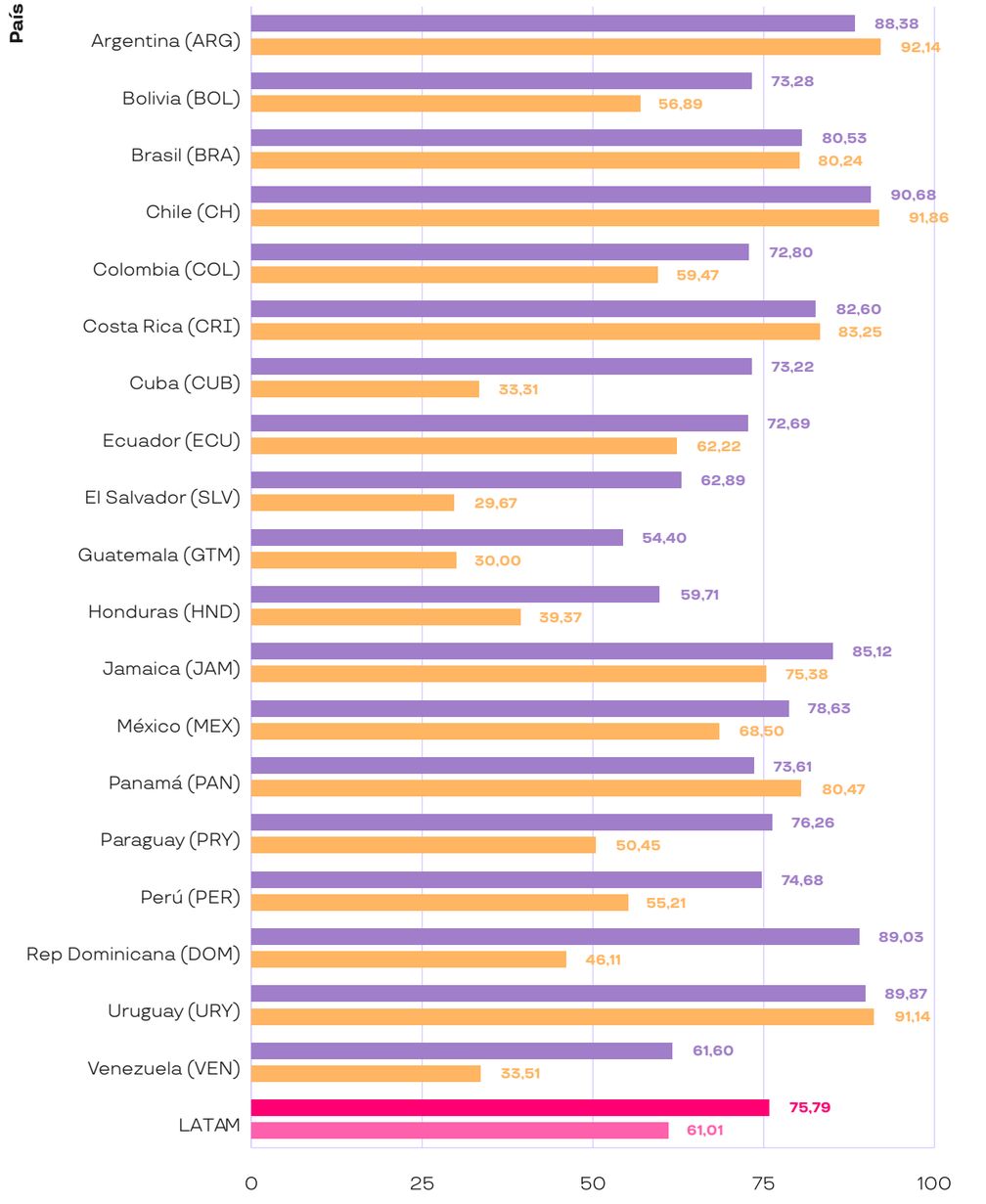
El segundo subindicador, **Hogares con acceso a Internet,** mide la proporción de viviendas con conexión a Internet, ya sea por red fija o móvil. Se considera que un hogar tiene acceso si al menos un miembro dispone de Internet y lo comparte con el resto.

El puntaje promedio regional de este subindicador es de 61,01 puntos y cabe observar que los países con menor acceso a la red se concentran en Centroamérica, destacando **Guatemala y Cuba, donde solo el 30% y 33,31%,** independientemente de la modalidad de conexión con que cuentan.

En la región se observa una notable diferencia entre el porcentaje de la población que utiliza internet y el acceso a Internet que existe en los hogares. Aunque una proporción importante de la población de varios de los **19 países países utiliza activamente Internet** -con un puntaje promedio de 75,79 puntos- el acceso en los hogares es significativamente menor, con un promedio de 61,01 puntos.

Este elemento se correlaciona con los niveles de ruralidad de cada nación, por lo que resulta claro que esfuerzos por aumentar la cobertura de última milla para conexiones a nivel hogar, es relevante. Cabe destacar que el acceso desde el hogar es un buen proxy de la conexión con fines productivos. Por lo tanto, aumentar las capacidades en este indicador refleja que los países están avanzando hacia una calidad de cobertura de red que no solo habilita el acceso a la IA como consumidores, sino también como **desarrolladores o usuarios más sofisticados.**

Gráfico 7: Puntaje para Población que usa Internet y Hogares con acceso a Internet



Fuente: ILIA 2024 / Datos: ITU DataHub

d) Implementación de 5G

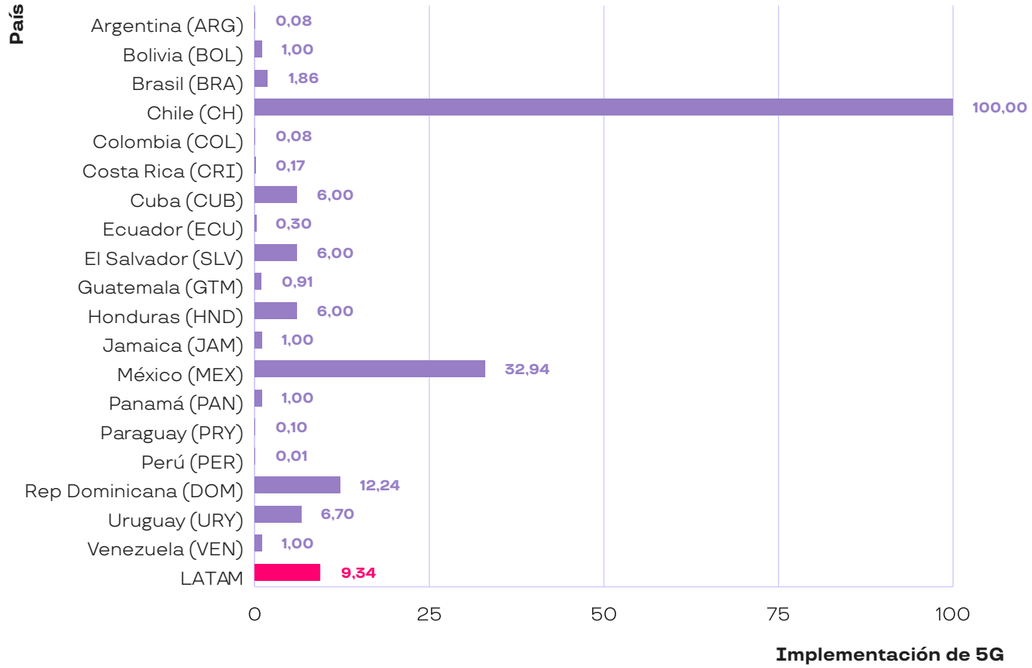
El noveno subindicador de Conectividad se refiere al avance de la quinta generación de tecnología de redes móviles, el 5G. Esta frecuencia mejora **la velocidad de descarga de datos**, soporta mayor **densidad de dispositivos conectados** y permite el **funcionamiento de aplicaciones avanzadas** como realidad aumentada, realidad virtual y el Internet de las cosas (IoT).

Este concepto de Implementación de 5G abarca desde el número de lanzamientos de esta tecnología en cada país (disponibilización de antenas -nuevas o actualizadas- para espectro licitado) y los prelanzamientos (infraestructura instalada pero sin acceso para consumidores finales) hasta la disponibilidad limitada (antenas o grupos de antenas que operan con fines específicos) y la capacidad comercial (antenas accesibles al público). Todo lo anterior medido por millón de habitantes.

En ILIA 2023, el nivel de avance de 5G en cada país se evaluó considerando los prelanzamientos, la disponibilidad limitada y la capacidad comercial mediante una variable categórica, que asignaba un puntaje de manera discreta. Este año, sin embargo, se mejoró la metodología al contabilizar la cantidad de antenas en función de estos tres aspectos y al normalizar los datos por millón de habitantes. De esta manera, se supera la limitación de información que ofrecía la categorización anterior y se brinda una visión más precisa del despliegue de infraestructura 5G. Para obtener todos estos datos se recurrió a la plataforma 5G Map de Ookla, donde los datos están actualizados hasta enero de 2024.

El puntaje regional promedio de este subindicador es de 9,34, con solo tres países superando esta cifra: **Chile, con 100 puntos y un total de 64.290 antenas** por millón de habitantes a nivel nacional; **México, con 32,94 puntos** y su equivalente a 21.229 antenas por millón de habitantes; y **República Dominicana, con 12,24 puntos y 7.941 antenas** por millón de habitantes con la tecnología 5G dispuestas en todo el país.

Gráfico 8: Puntaje de Implementación de 5G



*Este subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): BOL CU SLV HND JAM PAN VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Ookla

Los puntajes muestran una varianza significativa que refleja la velocidad y eficacia de las políticas públicas de cada país para lograr mayor cobertura del espectro. Al mismo tiempo, tienen la debilidad de que son normalizados por millón de habitantes, por lo que países con un despliegue avanzado de 5G en centros urbanos y con aplicaciones comerciales avanzadas como es el caso de Brasil, tienen un castigo metodológico.

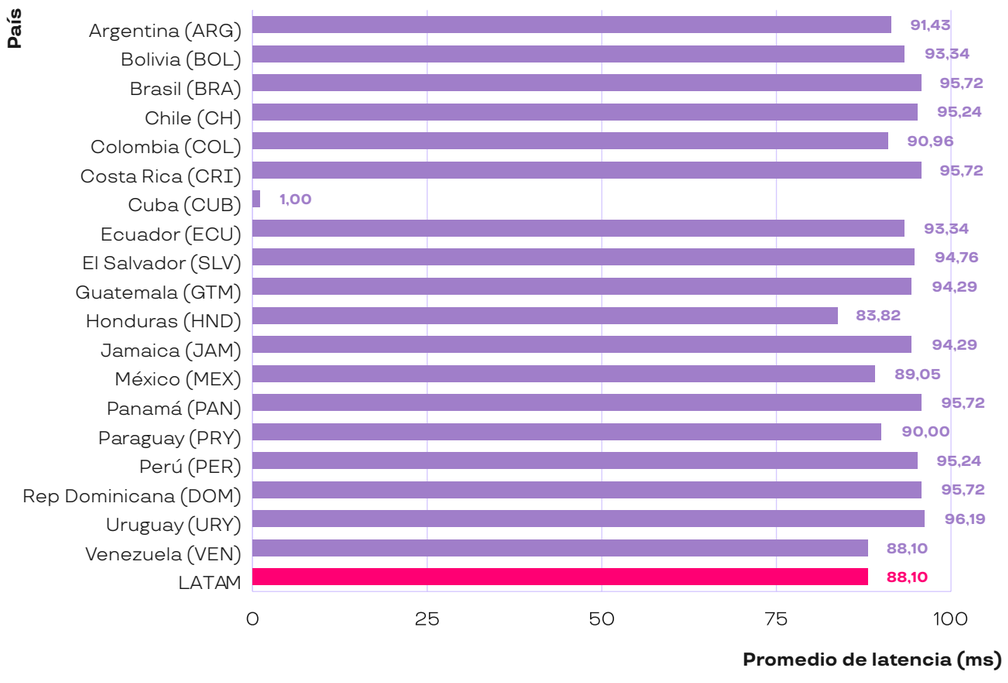
d) Promedio de latencia

Este es el último subindicador de Conectividad e indica el tiempo promedio (expresado en milisegundos) que tarda un paquete de datos en viajar desde un dispositivo a un servidor y, luego, regresar. Una menor latencia indica una conexión más rápida y receptiva, siendo un factor de peso para **habilitar interacciones en tiempo real**, permitir el procesamiento de datos eficiente, ejecutar aplicaciones de IoT efectivas y para coordinar distintos sistemas de IA. Además, en términos de seguridad, una baja latencia permite una detección más rápida de amenazas y mejora los procesos de autenticación y autorización.

En cuanto a latencia, el Gráfico 9, muestra que **la región obtiene un puntaje promedio de 88,10**, lo que refleja que la mayoría de los países tienen una latencia baja, un indicador positivo para la conectividad y el rendimiento de la infraestructura digital.

Sin embargo, países como Cuba necesitan mejorar significativamente en este ámbito, ya que registró un puntaje de solo 1,00 puntos con una latencia de 114,50 milisegundos, un tiempo de respuesta considerablemente más lento en comparación al promedio regional.

Gráfico 9: Puntaje para Promedio de latencia



Fuente: ILIA 2024 / Datos: Speedtest - Ookla

Los buenos resultados exhibidos a nivel regional en este subindicador pueden resultar engañosos. Al comparar la región consigo misma a nivel relativo, el mal desempeño de Cuba en materia de latencia distorsiona de forma significativa la comparación entre el resto de los países. Si bien no es uno de los desafíos más urgentes para la habilitación de ecosistemas de IA, debe mantenerse como un elemento relevante a la hora de planificar políticas públicas locales de promoción de infraestructura. Además, la medición es realizada en términos promedio de cada país y no refleja el fenómeno en infraestructuras específicas.

C.3.2 Cómputo

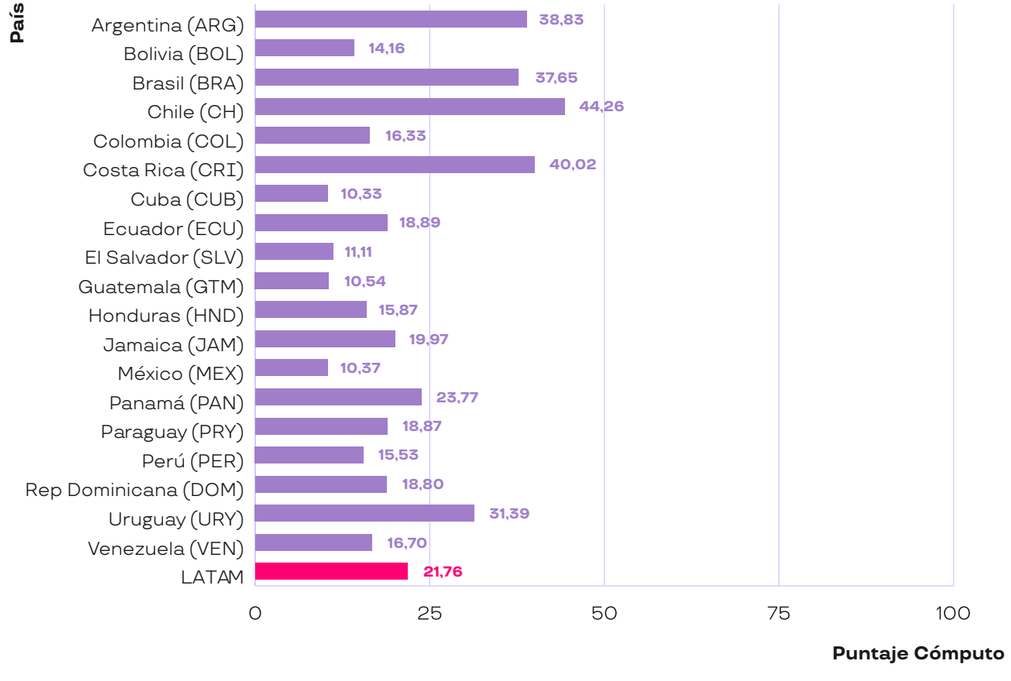
El segundo indicador de la subdimensión de Infraestructura mide a través del puntaje la presencia de aquellos elementos o condiciones para procesar grandes volúmenes de datos y realizar cálculos complejos, propios del desarrollo de la investigación científica de frontera o del desarrollo de aplicaciones de IA. Cada país tiene asociada una capacidad de cómputo y su medición se hace bajo la presunción de que una mayor capacidad está aparejada a nuevos desarrollos y a una menor latencia, requerida para usos avanzados de la tecnología.

El indicador de Cómputo representa el **25% del peso total de la subdimensión de Infraestructura** y los subindicadores que lo conforman son los siguientes:

a) Nube
b) Capacidad de infraestructuras de HPC
c) Centros de datos certificados
d) IPX
e) Servidores de Internet seguros (millón de habitantes)

El **Gráfico 10** muestra un puntaje promedio regional de 21,76 en **capacidad de cómputo.** Sobre este promedio se encuentra **Chile (44,26) seguido por Costa Rica (40,02) y Argentina (38,83)**

Gráfico 10: Puntaje indicador de Cómputo



Fuente: ILIA 2024

a) Nube

El primer subindicador de cómputo es Nube, constituida por una enorme red de servidores remotos conectados a internet que proporcionan a sus usuarios servicios de almacenamiento, procesamiento de datos y entrega de aplicaciones de forma virtual. Es una de las **tecnologías clave para el desarrollo de la IA**, gracias a la potencia de dichos servidores que pueden tratar una cantidad de datos y facilitar las tareas complejas asociadas a la IA.

Para medir este subindicador en cada país se recurrió nuevamente al Global Connectivity Index 2020, un informe realizado por Huawei y que mide el progreso de 79 economías mundiales en la implementación de infraestructura y capacidades digitales, analizando cuatro tecnologías facilitadoras -banda ancha, nube, IoT e IA- a través de la medición de 40 indicadores. De este informe se extrajo la información necesaria para evaluar los cuatro pilares en los que se sustenta la nube: oferta, demanda, experiencia y potencial.

De acuerdo a esta información, la región presenta un puntaje promedio de 34,37 puntos, con la mayoría de los países superando este valor. **Destaca Chile con 42,5 puntos.**

Una interpretación clave es que, aunque el promedio regional en adopción y desarrollo de tecnología en la nube es moderado, existe una considerable variabilidad entre los países. Algunos superan este promedio, lo que refleja un mayor nivel de avance en inversión, migración, experiencia y potencial en la nube. Sin embargo, la región en su conjunto aún enfrenta desafíos importantes para maximizar estas oportunidades y alcanzar un desarrollo más uniforme en este ámbito.

b) Capacidad de infraestructuras de HPC

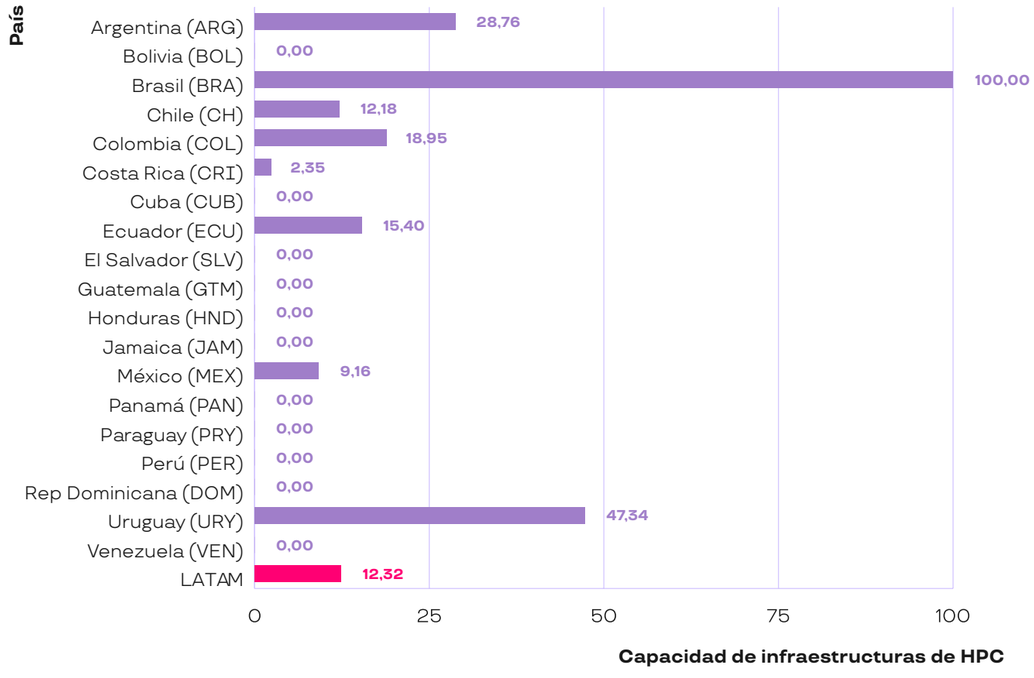
Este subindicador tiene como objetivo caracterizar las capacidades de computación de alto rendimiento o de **HPC (High Performance Computing**, por sus siglas en inglés) en la región. El acceso a máquinas capaces de procesar una gran cantidad de datos y de realizar cálculos intensivos para resolver problemas complejos en ciencia, ingeniería y negocios, es esencial para el desarrollo de la IA y el desarrollo tecnológico general, ya que sus aplicaciones son transversales a cualquier disciplina.

Con el fin de cuantificar estas infraestructuras y medir la capacidad de cómputo de la región, el ILIA tomó como referencia el **'Informe de Sistemas Robustos de Computación de Alto Rendimiento para América Latina y el Caribe"**, publicado en junio de 2024 por el Sistema de Cómputo Avanzado para América Latina y el Caribe (SCALAC) en colaboración con RedCLARA, organización internacional enfocada en promover la cooperación de redes avanzadas también en Latinoamérica. Mapear los centros de investigación y organizaciones industriales con infraestructuras de computación de alto rendimiento, fue una iniciativa del Observatorio de HPC, el que actúa como repositorio de informes sobre la existencia de estas máquinas en América Latina y el Caribe.

La investigación consideró todas aquellas plataformas de las se dispone de información pública, pertenecientes a **29 instituciones** y **que corresponden a nueve países latinoamericanos**: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Uruguay.

El informe arrojó un total de 41 infraestructuras que soportan un tipo de cómputo intensivo, es decir, desde los 50-100 teraflops. Esta medida atiende el estándar latinoamericano, con excepción de Bolivia que tiene 28 teraflops teóricos, pero que de todas maneras fue considerado en este informe.

Gráfico 11: Puntaje de Capacidad de infraestructuras de HPC



Fuente: ILIA 2024 / Datos: SCALAC- RedCLARA

Luego de normalizar la capacidad de los clústers por población y transformarla en puntaje, se llegó a un **promedio regional de 12,32 puntos**, un puntaje bajo que refleja la limitada capacidad de cómputo en América Latina y el Caribe.

Destacan Brasil con el puntaje máximo de **100 puntos**, **Uruguay con 47,34** y **Argentina con 28,76 puntos**. Cabe mencionar que Brasil tiene infraestructuras que son reconocidas a nivel mundial en términos de capacidad.

Tabla 2: Capacidad de infraestructuras de HPC por país

País	Institución	Fabricante	Theoretical TFlops (GPU (FP32) + CPU)	Nº HPC
Brasil	Petróleo Brasileiro S.A	EVIDEN	43008	12
		EVIDEN	14346,24	
		DELL EMC	14059,52	
		EVIDEN	9062,4	
		DELL EMC	7024,64	
		EVIDEN	5498,88	
	SiDi	NVIDIA	4229,12	
	Software Company MBZ	LENOVO	7137,28	
		LENOVO	4229,12	
	Universidade Federal Do Pará	HPE	35,875	
	Santos Dumont	EVIDEN	51122,4	
	Centro Nacional de Processamento de Alto Desempenho em São Paulo	DELL	388	
Colombia	Fuerza Aérea Colombiana	HPE Cray	52	11
	Policía Nacional de Colombia	HPE Cray	920	
	Seguridad Nacional de Colombia	HPE Cray	1569,6	
	Universidad de Ibague	HPE Cray	1024	
	Telco Colombia	HPE Cray	1024	
	Universidad de Cartagena	HPE	36,6125	
	Universidad de los Andes Colombia	DELL	30,2984375	
	SC3UIS	HPE	133,3748438	
		DELL Supermicro	92,6	
	BIOS	HPE	6,9	
		Inspur	178,1105	
México	Universidad Autónoma de México	HPE Cray	4110,08	7
	Universidad de Guadalajara	FUJITSU	504	
	ABACUS el Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	SGI Silicon Graphics Inc	816,6	
	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	NVIDIA	121	
	Centro Nacional de Supercómputo del IPICYT	BULL ATOS	179	
	Laboratorio Nacional de Supercómputo del Suerte - BUAP	FUJITSU	360	
		FUJITSU		
	Universidad Autónoma del Estado de México	TYAN	100	
		DELL		
Argentina	Servicio Meteorológico Nacional	LENOVO	6133,76	5
	CCAD-UNC	Supermicro	462,825	
		Supermicro	19,04	
		Intel	83,1875	
		Supermicro	7,35	
Chile	Laboratorio Nacional de Supercomputación / Universidad de Chile	Lenovo	784,2240	2
		DELL	459,2949	
Costa Rica	Centro Nacional de Alta Tecnología	DELL Supermicro	73,16	1
Ecuador	CEDIA	NVIDIA	1445,76	1
Uruguay	Centro Nacional de Supercomputación	HPE	820,360313	1
		DELL		
Bolivia	Universidad Mayor de San Simón	DELL	28	1
Total				41

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Scalac -Red Clara

La importancia de que los países dispongan de este tipo de plataformas, se debe a que éstas no sólo están enfocadas en atender necesidades de simulación y de computación científica tradicional, sino también de cubrir otras que abren mayores posibilidades para el futuro de la computación, como el análisis de datos y el desarrollo de la IA.

En ese sentido, los datos proporcionados por el "Informe de Sistemas Robustos de Computación de Alto Rendimiento para América

Latina y el Caribe" evidencian que ninguno de los países cuenta con un HPC intensivo en GPU, infraestructura elemental para el entrenamiento y desarrollo de modelos de IA basados en transformers y redes neuronales. Esto pone de relieve la necesidad de inversión pública o privada en cómputo basado en GPU si se quiere avanzar en soberanía y capacidades locales para el desarrollo de modelos fundacionales.

El esfuerzo realizado por el Banco de Desarrollo para América Latina y el Caribe (CAF) es significativo: desde 2023 está llevando a cabo un estudio exhaustivo de preinversión para la construcción de una red de centros de computación de alto rendimiento para Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe, comenzando por Chile y República Dominicana. A partir de este estudio de prefactibilidad, se propondrán cuatro hojas de ruta que permitan a los países en cuestión desarrollar esta infraestructura.

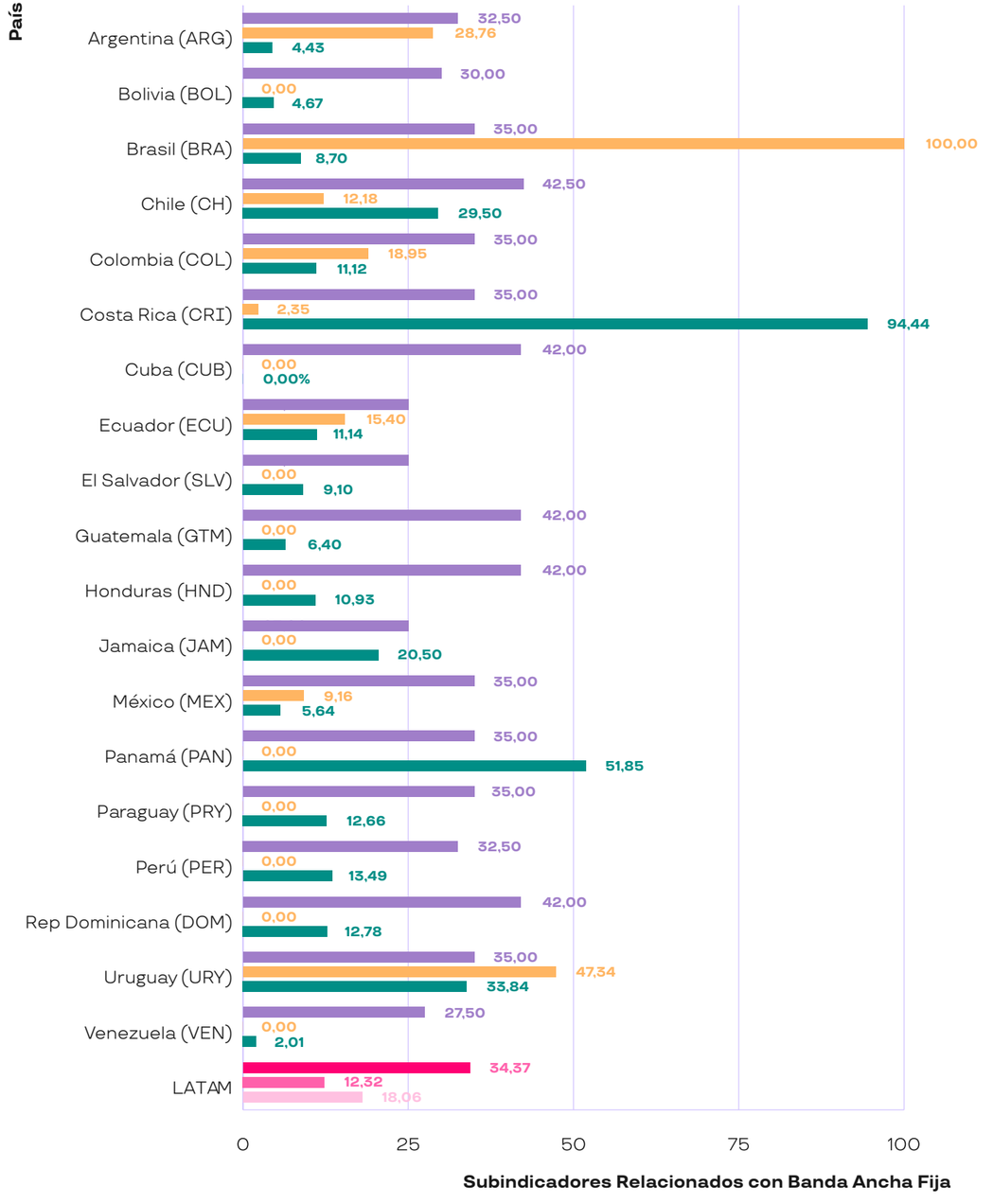
En la misma línea, se desarrolló una investigación para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión en HPC con énfasis en IA, demostrando que el proyecto resultaría rentable en un escenario conservador.
Estos esfuerzos de promoción y sensibilización apuntan en la dirección correcta para fortalecer el ecosistema local de desarrollo de IA.

c) Centro de datos certificados

Este subindicador mide **el número de instalaciones físicas que albergan una gran cantidad de equipos informáticos** que trabajan juntos con el fin de almacenar, procesar y distribuir datos. Estos centros han sido evaluados y verificados por una organización independiente para cumplir con los estándares de la industria en cuanto al diseño, construcción y operación para proporcionar confiabilidad, seguridad y eficiencia.

Tal como exhibe el Gráfico 12, el promedio regional en este subindicador es de 18,06 puntos. Muy por encima de este promedio, está **Costa Rica, con 94,44 puntos** y equivalente a 3,2 centros de datos certificados por mil habitantes; **Panamá, con 51,85 puntos** y que representa a 1,7 centros verificados por mil habitantes; y **Uruguay, con 33,84 puntos** y 1,1 de estas instalaciones certificadas por mil habitantes.

Gráfico 12: Puntaje subindicadores de Nube/Capacidad de infraestructuras de HPC/ Centros de datos certificados



Fuente: ILIA 2024 / Datos: Huawei, Scalac - Red Clara y Uptime

*El subindicador Nube contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CRI CU SLV GTM HND JAM PAN DOM

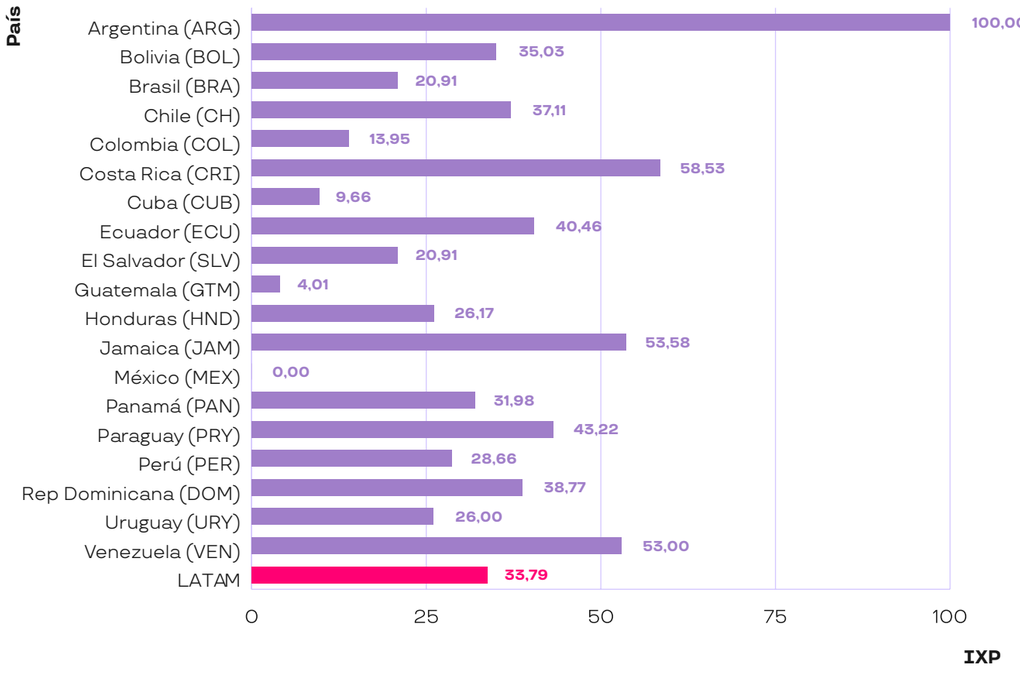
d) IXP

El subindicador IXP (Internet Exchange Point) mide la **cantidad de puntos de intercambio de Internet** presentes en un país o la cantidad de redes autónomas (AS) interconectadas a un IXPs específico. Los IXP son la infraestructura donde los proveedores de servicios de Internet (ISP) interconectan sus redes para intercambiar tráfico de internet y crear más ancho de banda para sus clientes y, así, disminuir la latencia para ellos.

Así como lo muestra el Gráfico 13, **Argentina destaca con una amplia ventaja** respecto a otros países en este subindicador, logrando el puntaje máximo de 100 puntos, equivalente a 0,63 puntos de IXP por millón de habitantes (29 puntos de intercambio de internet).

Sin embargo, es preciso señalar que la región exhibe una notable disparidad en la presencia de IXP, reflejando diferencias significativas en la infraestructura digital entre los países. Con un puntaje **promedio regional de 33,79 puntos**, muchos aún enfrentan importantes desafíos en la implementación de una red sólida de puntos de intercambio de internet, lo que puede afectar la eficiencia del tráfico de la red, aumentar los costos de transmisión de datos y disminuir la calidad del servicio.

Gráfico 13: Puntaje de IXPs



*El subindicador IXPs contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): URY VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Packet Clearing House

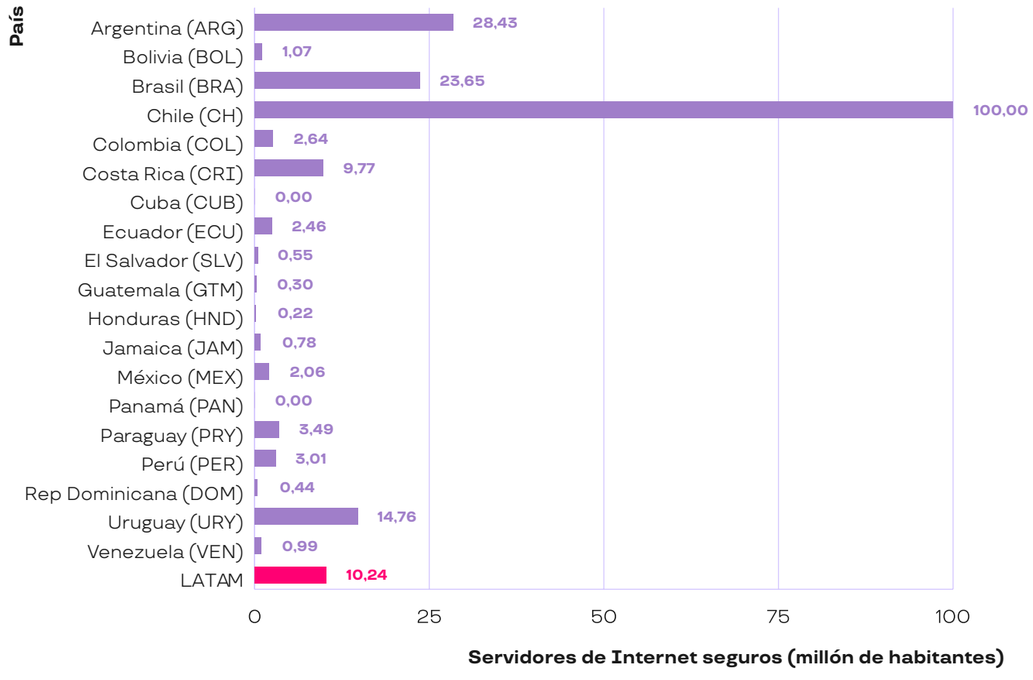
e) Servidores de Internet seguros

Este último subindicador mide la cantidad de Servidores de internet seguros, es decir, aquellos servidores que **cumplen con los estándares de seguridad** necesarios para proteger los datos y la información almacenados, así como la autenticación de usuarios, el cifrado de datos y la protección contra ataques cibernéticos.

En el Gráfico 14 se observa que **Chile lidera** esta medición **con 100 puntos,** correspondientes a 12.791 servidores seguros por millón de habitantes, seguido por Argentina con 28,43 puntos (3.686 servidores) y Brasil, con 23,65 puntos (3.078 servidores).

El promedio regional es de 10,24 puntos, lo que evidencia una capacidad limitada en la región para garantizar la seguridad de los datos e información crítica. Esto puede aumentar el riesgo de ciberataques y comprometer la confianza en el uso de servicios digitales en varios países de la región.

Gráfico 14: Puntaje de Servidores de Internet seguros



Fuente: ILIA 2024 / Datos: World Development Indicators

C.3.3. Dispositivos

Es el tercero de los indicadores que componen la subdimensión de Infraestructura y refleja el nivel de acceso y adopción de infraestructura tecnológica clave en los hogares y en la sociedad, ya sea a nivel hogar o móvil.

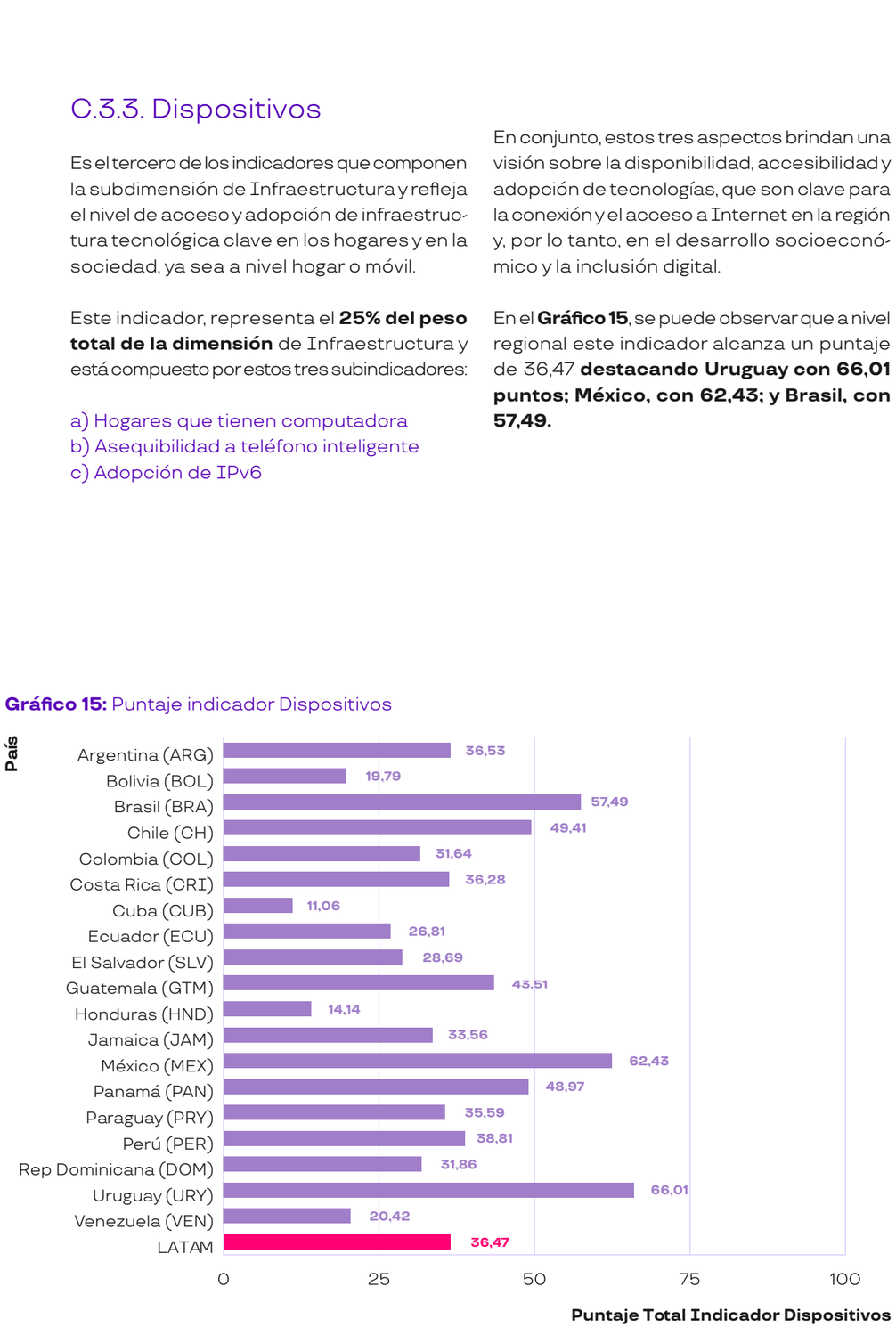
Este indicador, representa el **25% del peso total de la dimensión** de Infraestructura y está compuesto por estos tres subindicadores:

a) Hogares que tienen computadora
b) Asequibilidad a teléfono inteligente
c) Adopción de IPv6

En conjunto, estos tres aspectos brindan una visión sobre la disponibilidad, accesibilidad y adopción de tecnologías, que son clave para la conexión y el acceso a Internet en la región y, por lo tanto, en el desarrollo socioeconómico y la inclusión digital.

En el **Gráfico 15**, se puede observar que a nivel regional este indicador alcanza un puntaje de 36,47 **destacando Uruguay con 66,01 puntos; México, con 62,43; y Brasil, con 57,49.**

Gráfico 15: Puntaje indicador Dispositivos



Fuente: ILIA 2024

a) Hogares que tienen computadora

Este subindicador refleja la proporción de hogares que cuentan con un computador, ya sea de escritorio, portátil, tablet o un dispositivo similar. Su relevancia radica en la capacidad de evaluar el acceso a herramientas digitales fundamentales para la educación, el trabajo y la comunicación. Este año se integró una nueva fuente de datos (DataHub de la ITU), lo que ha permitido acceder a información más actualizada y precisa.

Se puede observar en el **Gráfico 16**, que a nivel regional, el subindicador alcanza un promedio de 29,25 puntos, **liderando Uruguay con 68,70 puntos** -que cuenta con un 69,52% de hogares con computadora-, seguido por **Argentina, con 61,54 puntos**, con 62,62% de hogares y luego **Chile, con 58,98 puntos** que representan el 60,15% de hogares con computadora.

En contraste, varios países de la cuenca del Caribe se encuentran por debajo del promedio regional, lo que evidencia desafíos importantes en la ampliación del acceso a computadoras en los hogares de esa subregión.

b) Asequibilidad de teléfono inteligente

La posibilidad de acceder a smartphones desde un punto de vista económico, es un elemento clave para la inclusión digital, ya que impulsa la innovación abierta, facilita el desarrollo de habilidades, promueve la adopción masiva de tecnología y habilita la creación de soluciones para abordar desafíos sociales.

Este subindicador evalúa la **asequibilidad de teléfonos inteligentes** en cada país en función del precio del dispositivo más económico disponible en el mercado, ajustado por la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA). A este parámetro se llega comparando la capacidad de compra entre países y tomando como referencia una cesta representativa de bienes y servicios. Esto, a partir de datos obtenidos a través del Programa de Comparación Internacional y Alliance for Affordable Internet del Banco Mundial.

Éste es el equivalente al subindicador de la canasta básica de banda ancha que se mostró en el indicador de conectividad y su puntaje da cuenta de la oportunidad de la población de acceder a un aparato inteligente considerando el contexto económico de cada país.

Panamá lidera en este subindicador con 100 puntos, pues su mercado permite la adquisición de hasta 665,33 smartphones con un PPA de $33.266,48, considerando un valor de US$50 para el dispositivo más económico. Le sigue **Chile, con 57,7 puntos; México, con 55,93**; y **Brasil, con 43,34.** Los dos líderes en accesibilidad a teléfonos inteligentes coinciden en políticas arancelarias menos restrictivas, lo que podría correlacionarse con una mayor disponibilidad de estos aparatos, ya que la mayoría son importados.

Por otro lado, tanto México como Brasil, son países que forman parte importante de las cadenas de suministros industriales para la confección de estos dispositivos, especialmente México. En ese sentido, su participación en esta cadena de valor puede generar externalidades positivas que favorecen la competitividad de los precios locales.

En cuanto al resto de los países, el gráfico evidencia a la **mayoría de los países por debajo de los 50 puntos** y un promedio regional de 32,68 puntos, lo que resalta la necesidad de mejorar la accesibilidad a teléfonos inteligentes en gran parte de la región.

c) Adopción IPv6

La adopción de IPv6 -la sexta versión del Protocolo de Internet- ofrece un número casi infinito de direcciones IP y hace que el tráfico de internet sea más fluido. Esta adopción es crucial para disponibilizar una infraestructura de red más robusta, necesaria para el desarrollo y despliegue eficiente de aplicaciones de IA en un mundo cada vez más interconectado. Como sucesor de IPv4, responde a la creciente demanda de direcciones IP debido al incremento de dispositivos conectados, asegurando una mayor escalabilidad, conectividad, eficiencia y seguridad para dichas aplicaciones, facilitando su crecimiento y adopción en múltiples industrias y sectores.

Este subindicador, basado en datos de LACNIC Stats, refleja el porcentaje estimado de usuarios que utilizan IPv6 en cada país de la región, así como el porcentaje de páginas web y prefijos enrutables disponibles con este protocolo, lo que permite evaluar la capacidad de los países para sostener el crecimiento futuro de Internet y garantizar la interoperabilidad de redes y servicios a largo plazo.

A nivel regional, se observa un puntaje promedio de 36,34, con una marcada variabilidad entre los países. **Uruguay lidera con 100 puntos y un 54,05% de adopción de IPv6.** Le siguen **Brasil y México con puntajes de 91,96 y 89,25 respectivamente.** Los países con adopción menor al 50%, equivalente a un puntaje bajo los 85 puntos, podrían enfrentar dificultades en el mediano plazo, tanto a la hora de posicionarse como economías capaces de albergar industrias de desarrollo de IA, como también al momento de disponibilizar soluciones más sofisticadas a la población en general, que requerirán del cumplimiento de los estándares internacionales en sus protocolos.

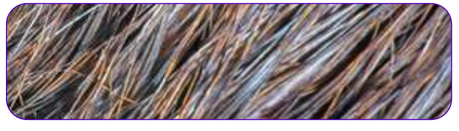
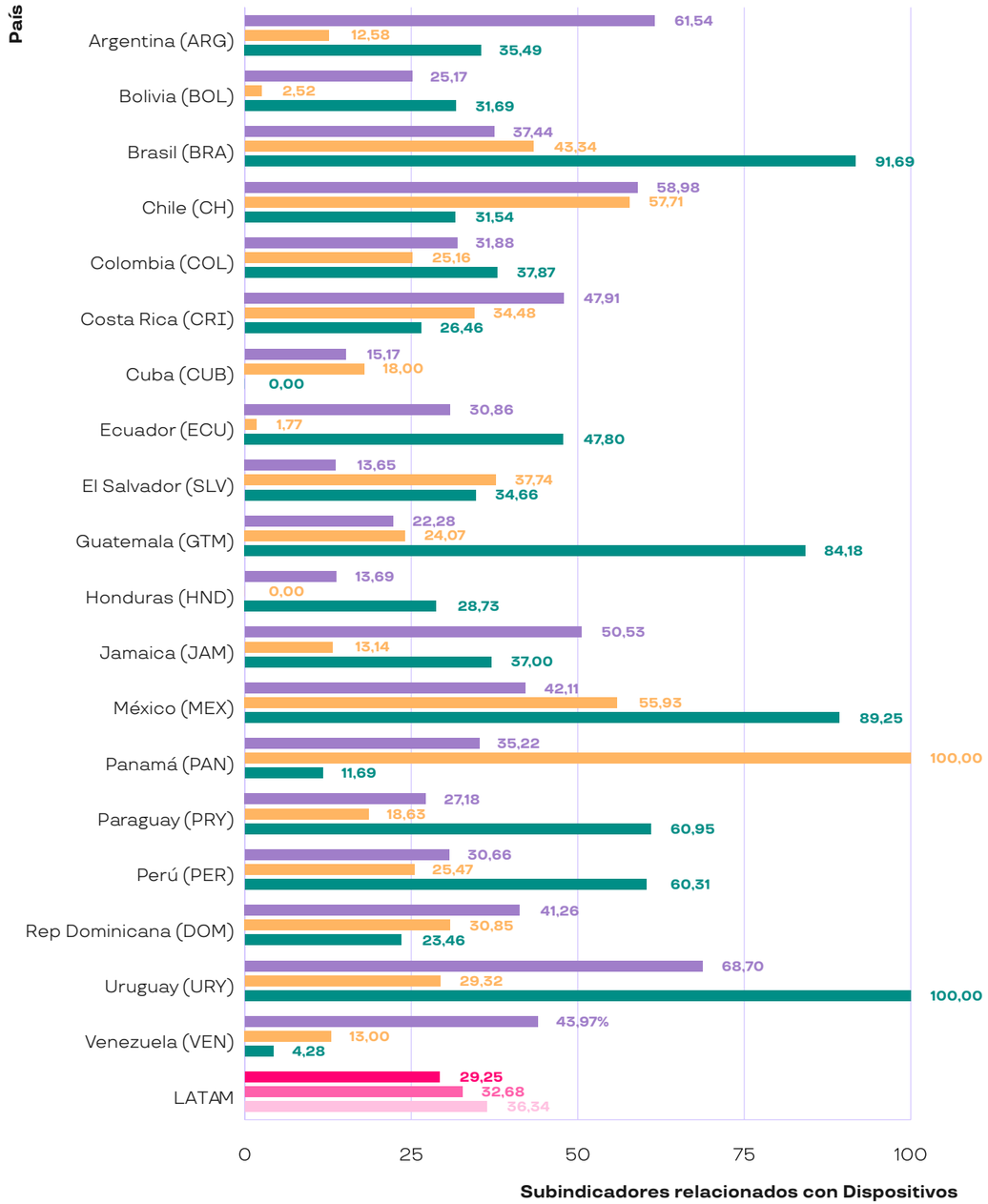


Gráfico 16: Subindicadores relacionados con Dispositivos



*El subindicador Asequibilidad de Teléfono Inteligente contiene datos imputados por método MICE: CUB VEN
*El subindicador Adopción IPv6 contiene datos imputados por método MICE: JAM

Fuente: ILIA 2024 / Datos: ITU DataHub, Banco Mundial y A4AI, LACNIC Stats

Informe

Licitación de 5G en Chile: La estrategia detrás del éxito de la iniciativa

El puntaje de Chile es claramente sobresaliente y anómalo en relación al resto de los países en materia de despliegue de la red 5G. Dado lo anterior, se incluye un análisis de los factores que incidieron en el éxito de la iniciativa pública para que puedan ser considerados por otros países de la región a la hora de fortalecer políticas públicas orientadas a la mejora de su capacidad.

Motivaciones de la licitación

La asignación de espectro electromagnético para servicios móviles es un componente crítico de la infraestructura de telecomunicaciones moderna (9). En Chile, conscientes de que 5G ofrecía altas velocidades de descarga y menor latencia -lo que habilitaba el desarrollo de nuevas aplicaciones en Internet de las Cosas (IoT), la automatización y la realidad aumentada (Cave, 2018)-, la implementación de la tecnología 5G ofrecía ser un impulso natural para el sector de las telecomunicaciones en 2020 y proyectaba habilitar transformaciones digitales que incorporan nuevas tecnologías y la automatización de procesos. Ante este escenario, fue crucial diseñar un proceso para asignar espectro 5G de manera eficiente, competitiva y transparente para que, además, tuviera un efecto multiplicador en la economía (Rao & Prasad, 2018).

Para que una empresa pueda competir de igual a igual necesita bandas bajas, medias y altas. Así, se diseñó una licitación de cuatro bandas simultáneas de espectro, cada una a través de una licitación independiente. Las primeras tres se hicieron a nivel nacional, y la cuarta, la banda 2600 MHz -por la que había muchos más bloques que empresas interesadas- se lanzó a nivel comunal (unidad administrativa más local de Chile) en forma exploratoria.

Si bien esta última banda no tenía casos de uso ni equipamiento masivo, prometía ser valiosa para casos de uso de alta capacidad-velocidad de datos (por ejemplo, operación de ROV en la industria salmonera, o maquinaria pesada en minería), siempre pensando en áreas reducidas, debido a su alto costo de implementación. Para las tres primeras, en tanto, se diseñó una subasta de paquetes de primer precio, asignando espectro en las bandas 700 MHz, AWS (1700 y 2100 MHz) y 3,5 GHz. Esta se llevó a cabo en febrero de 2021.

En el proceso participaron cuatro titulares y un posible entrante, se recaudó más de cinco veces la suma de todos los ingresos obtenidos en procesos de cesión anteriores combinados, llegando a USD$453 millones.

Cabe mencionar que hubo quienes se opusieron a la competencia en la asignación del espectro, como el caso del regulado, que venció seis juicios de incumbentes para poder licitar para el beneficio del país. Sin embargo, a tres años de la licitación, la masividad de la infraestructura y cobertura poblacional probaron ser un éxito.

Antes de la subasta 5G, la asignación de espectro en Chile se realizaba a través de lo que se llama coloquialmente un "concurso de belleza", un proceso administrativo que asignaba espectro con base en el proyecto técnico de una empresa para desarrollar infraestructura y brindar servicios móviles. En detalle, las empresas presentaban sus propuestas y éstas recibían puntuaciones según criterios como la cobertura geográfica, la calidad del servicio y el marco temporal del despliegue de la red.

Según estipulaba la Ley, en situaciones de empate de ofertas técnicas, el espectro se asignaba en una segunda etapa mediante

una subasta a sobre cerrado. Si bien esta etapa podía incentivar la competencia por el espectro, en la práctica no sucedía, ya que ofrecían tantos bloques como oferentes.
En definitiva, los "concursos de belleza" no resultaron totalmente competitivos y carecían de transparencia (Prat & ValleF, 2001), por lo que se tomó una vía innovadora, respetando las limitaciones regulatorias de Chile.

En 2018, antes de la subasta de espectro 5G en Chile, la Corte Suprema había acusado de concentración en el espectro y había decidido que la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) debía explicitar una política de tenencia máxima de éste al ser un bien de uso público. De esa forma, la Subtel propuso límites de espectro para diferentes bandas anchas, dividiéndolas en bandas bajas (por debajo de 1 GHz), media-baja (entre 1 y 3 GHz) y media-alta (entre 3 y 6 GHz).

La idea detrás fue que, dado que las bandas anchas tenían diferentes propiedades, debían tener distintos espectros que podían complementarse entre sí para que una empresa fuera competitiva. Por ejemplo, las bandas bajas tienen gran cobertura, pero alta latencia, mientras que las bandas anchas medias-altas tienen alta velocidad y baja latencia pero baja cobertura.

La propuesta de Subtel, ratificada por la Corte Suprema, enfatizó que el mercado móvil chileno debía tener espacio para cuatro competidores serios y que la política de espectro debería reconocer aquello al igual que la subasta. Concretamente, los límites del espectro determinados por la Corte Suprema equivalen al 32% en las bandas bajas y al 30%, tanto para las bandas media-baja como para la media-alta, para permitir cuatro operadores.

El diseño de subasta 5G: La subasta combinatorial

Todo el proceso de asignación de 5G incluyó las bandas de 700 MHz, AWS y 3,5 GHz. Para cada una de éstas, se llevó a cabo una subasta de primer precio por separado. En cada una de las bandas inferiores (700 MHz y AWS) se subastó un único bloque (20 MHz y 30 MHz, respectivamente). La de 3,5 GHz, la más apetecida para aplicaciones full 5G o stand alone, se dividió en 15 bloques de 10 MHz cada uno, de los cuales 10 estaban en la parte inferior de la banda (3400 MHz – 3500 MHz) y los otros cinco estaban en la parte superior de la banda (3600 MHz –3650 MHz). El espectro de 3,5 GHz se asignó mediante una subasta combinatoria de primer precio, en un proceso simultáneo que permitiría a las empresas ofertar por diferentes paquetes y expresar complementariedades entre diferentes macrobandas. La decisión fue realizar las tareas de forma secuencial para mantener el proceso simple para los participantes (Crampton).

Tomando en cuenta que las bandas más bajas son necesarias para la cobertura, la segunda decisión fue subastar primero el bloque de 700 MHz, luego el de AWS y, finalmente, los bloques de 3,5 GHz, permitiendo a los participantes ofertar en bandas más altas conociendo la asignación en las bandas inferiores. Esta característica también podría inducir una mayor competencia y mayores ingresos a medida que hubiera más información disponible para los participantes.

Los buenos resultados de masividad de infraestructura de 5G en Chile, mostrados a la fecha en el ILIA, se basan en que el proyecto mínimo para concursar por espectro a nivel nacional tenía obligaciones muy altas de cobertura y ancho de banda. En cuanto a la primera, se exigía desarrollar redes móviles que cubrieran al 90% de la población de todo Chile y en un plazo máximo de dos años y con equidad territorial. Fue la primera vez que se exigió un despliegue simultáneo en cada región, obligando a que cada capital regional y provincial de Chile tuviera 5G.

Fuera de lo anterior, se exigió cobertura también en algunos importantes polos industriales y en todos los hospitales públicos, entre otros. Además, se trabajó junto con los alcaldes de todo Chile para incluir 366 localidades con baja o nula conectividad y para estos de 5G en la banda 700 MHz, que también fue una obligación.

Dado los problemas de conectividad experimentados en la pandemia, por primera vez se exigió que en una licitación existieran niveles de servicio mínimos aceptables, traducidos como velocidades de subida y de bajada mínima por cada banda según sus características propias.

Es importante conocer el contexto particular en el que tuvo lugar este proceso para comprender algunas opciones de diseño de subasta. La legislación chilena establece que la asignación de espectro debe realizarse en un acto administrativo único, lo que al quedar sujeto a algunas interpretaciones, descartó la posibilidad de implementar mecanismos multi-rondas (como el Reloj o las subastas Ascendentes Simultáneas) que pueden tardar varios días, o incluso semanas (Kuś, 2020). (Bernheim & Whinston, 1986); Milgrom, 2004). La subasta del paquete de primer precio permite a las empresas expresar valoraciones para diferentes números de bloques. Bajo algunas condiciones relativamente exigentes, la subasta combinatoria de primer precio también es eficiente (Milgrom, 2004).

La subasta del paquete de primer precio también es fácil y rápida de implementar, por lo que la tecnología 5G podría lanzarse rápidamente (Milgrom, 2019). Estas dos subastas consolidaron cuatro firmas con espectro en las bandas baja y media-baja, mientras que cinco empresas participaron en la subasta de 3,5 GHz, tres de las cuales tenían espectro en la banda antes de la subasta.

Aprendizajes

La subasta de espectro 5G en Chile constituye un cambio importante en la forma en que se venía asignando un recurso escaso y valioso: el espectro de banda ancha. Se diseñó e implementó una subasta de paquetes de primer precio para dos tramos de la banda de espectro de 3,5 GHz. El nuevo formato es una forma transparente de asignar espectro y generó más de 450 millones de dólares en ingresos, seis veces más que los ingresos de todos los concursos anteriores en el país. La transición de un "concurso de belleza" a un procedimiento de subasta, requirió una cuidadosa consideración de la reciente evolución del mercado y del contexto político y legal en el que tuvo lugar la asignación.

El proceso de asignación tuvo lugar en medio de una gran crisis, en la que los ciudadanos desconfiaban de los actores e instituciones políticas. Si bien algunos titulares cuestionaron la transición a una subasta, el nuevo proceso y sus resultados han sido ampliamente elogiados por los medios de comunicación, los formuladores de políticas y por los mismos políticos. La sociedad chilena, por su parte, nunca ha cuestionado el proceso de subasta, a diferencia de muchas otras concesiones públicas.

Si bien el marco legal bajo el cual se llevó a cabo la subasta 5G fue el mismo que en procesos de adjudicación anteriores -como el "concurso de belleza"-, el resultado fue radicalmente diferente, pues contempló topes de espectro y límites superiores para cada empresa, que al ser combinatorial, podía garantizar la competitividad y la transparencia. Es importante remarcar que el 5G impuso robustas obligaciones a las empresas ganadoras, siendo la primera vez en la historia de Chile que se exigieron niveles de servicio mínimo. Al mismo tiempo, fue diseñado para promover la competencia por bloques entre los participantes, impidiendo acuerdos o adjudicaciones aseguradas. Más detalles y aprendizajes de licitación (Escobar et al., 2023).

C.4. Subdimensión de Datos

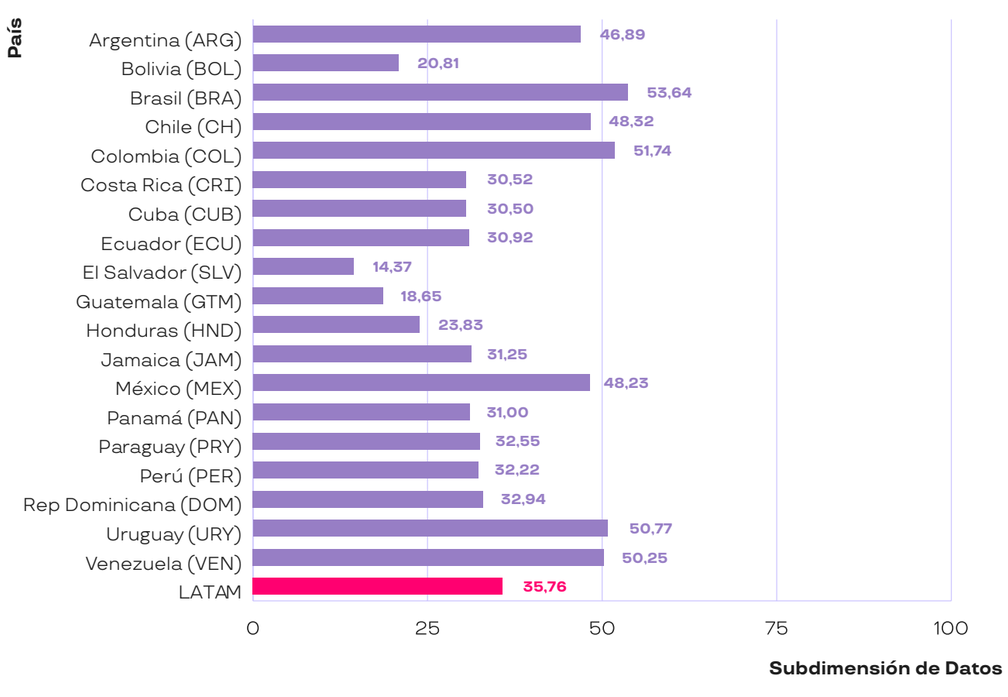
La disponibilidad y acceso a datos abiertos y fiables, y el resguardo de protección de datos personales, son aspectos cruciales para el desarrollo de la IA. Sin datos, no existe materia prima para alimentar algoritmos que entrenen modelos de aprendizaje y si estos datos no son de calidad, no es viable el desarrollo de modelos de IA precisos y robustos.

Esta subdimensión se compone de **un solo indicador, el Barómetro de Datos**. Este barómetro considera todos aquellos aspectos que procuran una buena administración de los datos, como la disponibilidad, la capacidad de descarga y uso de ésta, su fiabilidad, y la proyección de impacto de ésta en las áreas críticas para un país. Una buena administración de datos está estrechamente relacionada con el potencial para generar un ecosistema saludable de IA.

Esta subdimensión representa el **25% de la ponderación** total de la dimensión de Factores Habilitantes.

Es importante señalar que, al igual que en toda la versión de este índice, la incorporación de nuevos países, los ajustes en el proceso de normalización, la asignación de puntajes y su ponderación, influyen en los resultados finales, incluso si los datos brutos permanecen iguales.

Gráfico 17: Puntaje de subdimensión Datos



Fuente: ILIA 2024

Considerando los resultados expuestos en el **Gráfico 17**, los países se pueden dividir en tres grupos que reflejan diferentes niveles de madurez de ecosistemas de datos.

Países con ecosistemas avanzados de Datos (más de 45 puntos): Se refiere a los países que cuentan con una alta disponibilidad de datos, capacidades para su administración y un marco de gobernanza robusto. Entre ellos están Argentina (46,89), Brasil (53,64), Chile (48,32), Colombia (51,74), México (48,23), Uruguay (50,77) y Venezuela (50,25).

Países con ecosistemas de Datos en desarrollo (entre 30 y 45 puntos): Aquéllos con recursos y procesos para la gestión y gobernanza de datos, aunque con limitaciones y sin un entorno propicio para el desarrollo de la IA. Acá se ubican Costa Rica (30,52), Cuba (30,50), Ecuador (30,92), Jamaica (31,25), Panamá (31,00), Paraguay (32,55), Perú (32,22) y República Dominicana (32,94).

Países con ecosistemas emergentes de Datos (menos de 30 puntos): Son los que tienen barreras importantes en la disponibilidad de datos y limitaciones en la infraestructura necesaria para su uso y en los marcos de gobernanza. En este grupo están Bolivia (20,81 puntos), El Salvador (14,37), Guatemala (18,65) y Honduras (23,83).

C.4.1 Barómetro de Datos

El **Barómetro de Datos** es el único indicador asociado y sus datos se basan en el documento ejecutado por el Barómetro Global de Datos, proyecto colaborativo internacional que recolecta información sobre el estado de los datos abiertos de cada país. Este parámetro funciona bajo el supuesto de que estos datos son esenciales para la toma de decisiones gubernamentales en áreas como la acción climática, la salud pública, las finanzas públicas y las contrataciones, entre otras. Los subindicadores que lo conforman son:

a) Disponibilidad
b) Capacidad
c) Gobernanza
d) Uso e impacto

Cabe mencionar que para obtener el puntaje de este indicador se usó la misma versión del **Barómetro de Datos** utilizada para el ILIA 2023. Esto, porque la actualización de este informe saldrá durante el primer semestre de 2025.

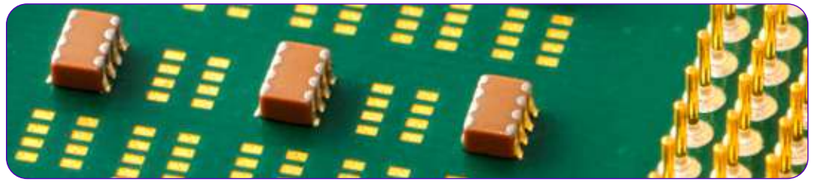
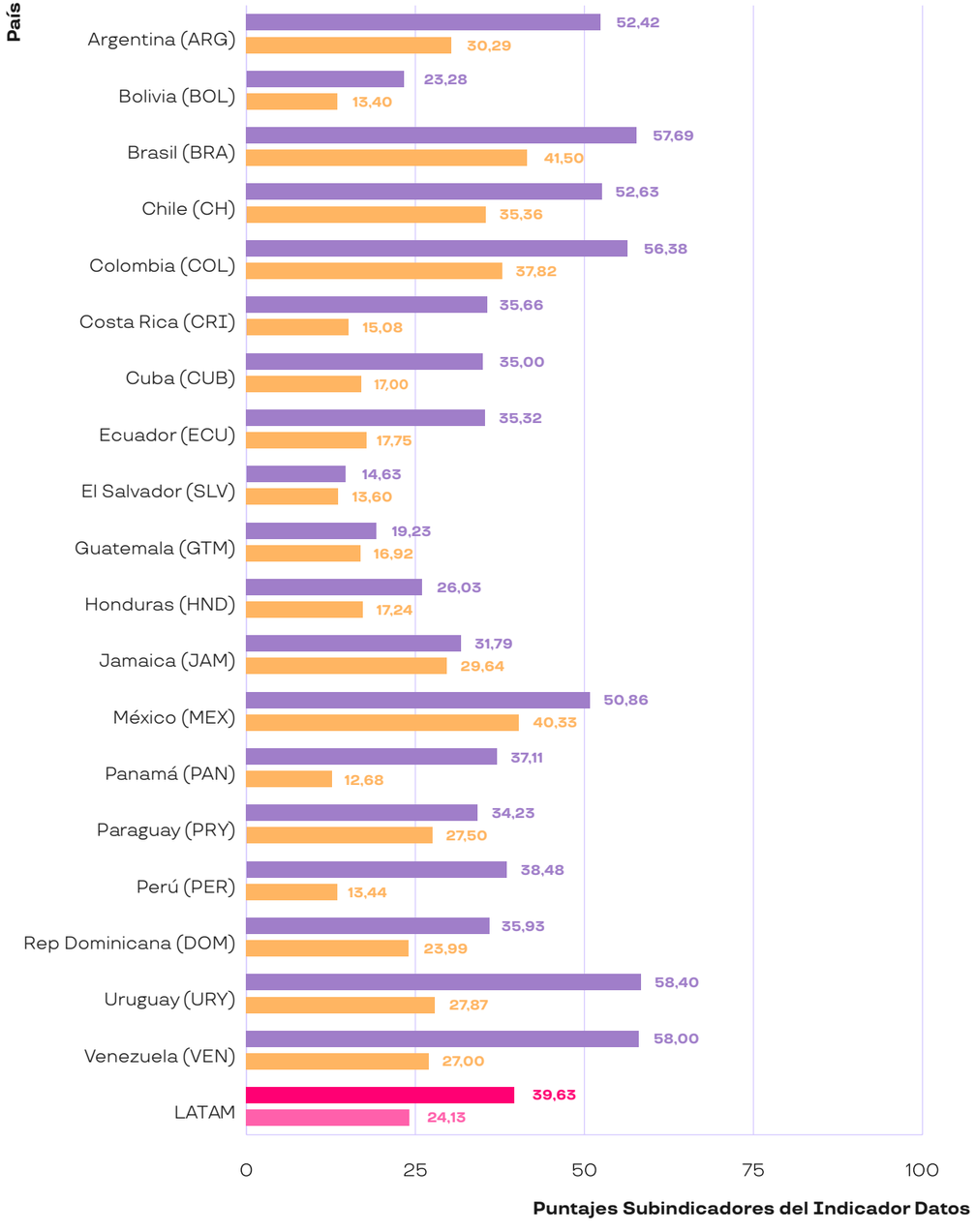


Gráfico 18: Puntaje de subindicadores Disponibilidad, Capacidades y Gobernanza de Datos; y Uso e Impacto de Datos

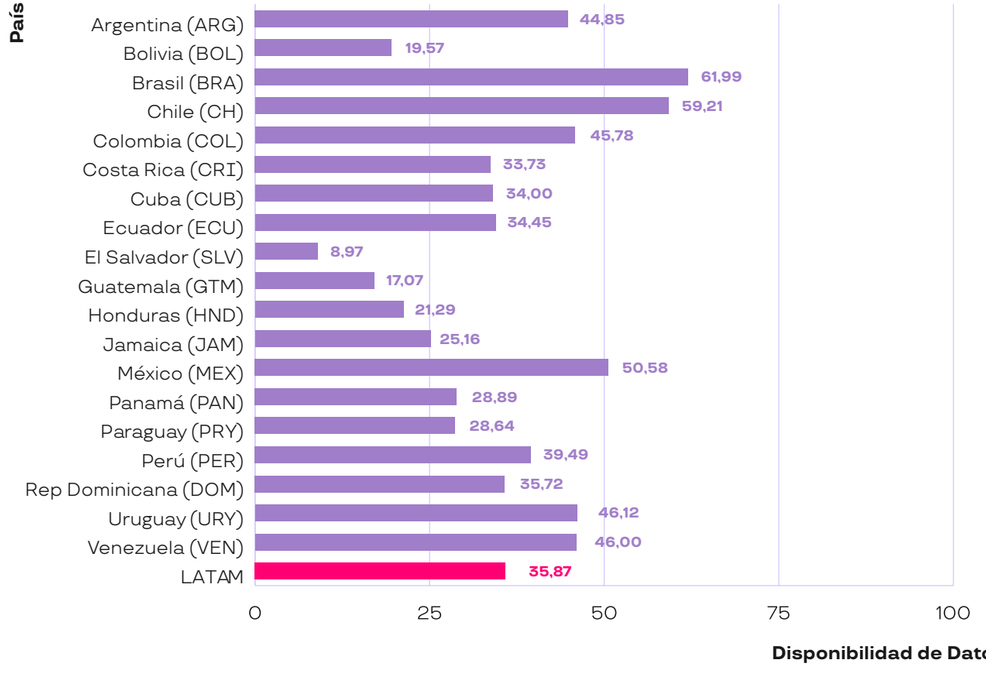


Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Barometer's

a) Disponibilidad

El subindicador apunta a la disponibilidad de datos públicos claros y fáciles de procesar para su uso abierto. En el **Gráfico 19** se advierte cómo los datos se presentan en forma bastante heterogénea. Con un promedio regional de 35,87, destacan países como **Brasil (61,99), Chile (59,21) y México (50,58)**. Otros, ubicados en la Cuenca del Caribe, están **bajo los 30 puntos.**

Gráfico 19: Puntaje Disponibilidad - Barómetro de Datos



Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Barometer's

*El subindicador Disponibilidad contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB VEN

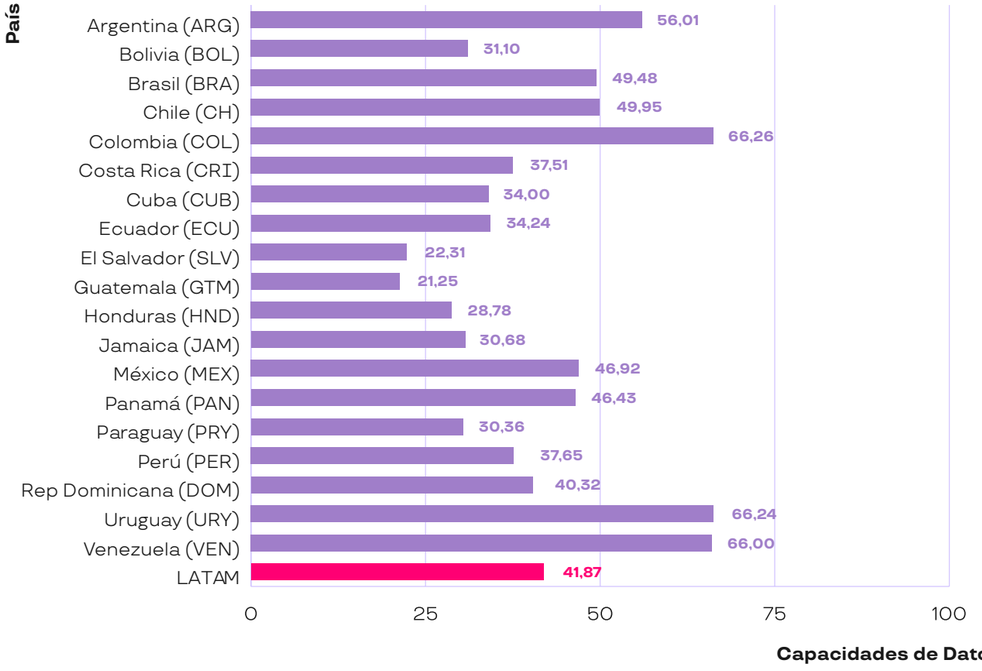
La disparidad en este subindicador refleja los límites que existen para un acceso equitativo a las oportunidades de crecimiento tecnológico y a los beneficios que puede entregar la IA, subrayando así la necesidad de impulsar políticas que promuevan un acceso más democrático a los datos en toda la región.

b) Capacidades

Esta medición se refiere a la manera en que los países recopilan, descargan, procesan, usan y comparten los datos de manera efectiva. Para alcanzar capacidades más óptimas es esencial contar con recursos tales como conectividad, habilidades profesionales e instituciones que los proporcionen.

En el Gráfico 20 se aprecia cómo varios países se encuentran sobre el promedio regional que es de 41,87 puntos. Y aunque se destacan países como Colombia (66,26), Uruguay (66,24) y Venezuela (66), se observa cómo un 50% del total de la región está debajo de éste, lo que revela una brecha relevante en la capacidad de aprovechar el potencial de los datos en América Latina y el Caribe en general.

Gráfico 20: Puntaje de Capacidades - Barómetro de Datos



*El subindicador Disponibilidad contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB VEN

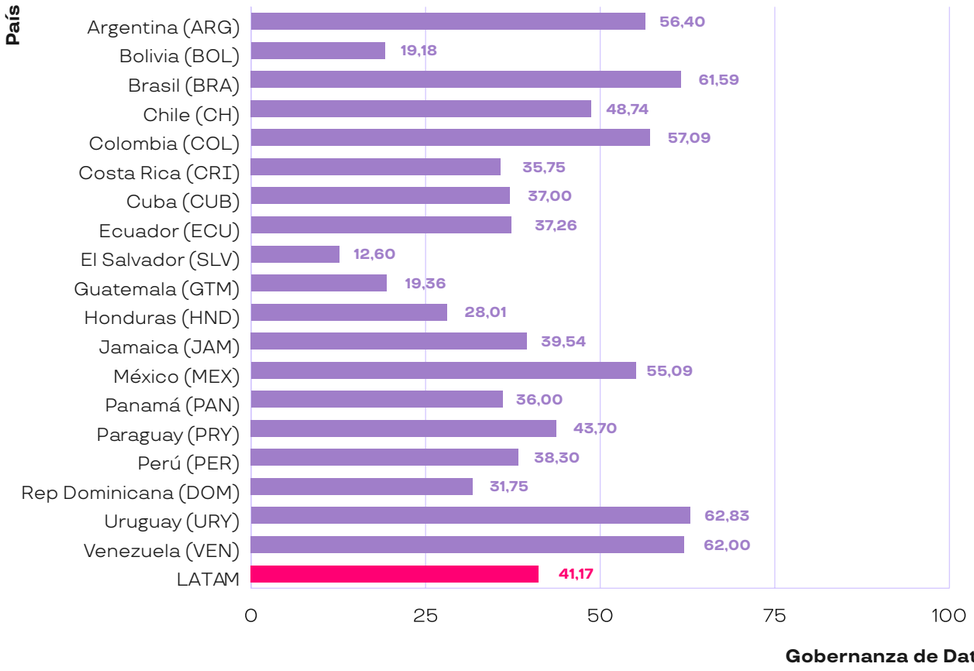
Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Barometer's

c) Gobernanza

Involucra la implementación de reglas, procesos y estructuras orientadas a garantizar el derecho a la información, el acceso a datos fiables, completos y transparentes, y la protección de los datos personales.

El **Gráfico 21** muestra 41,17 puntos en el promedio regional pero con datos bastantes disímiles entre sí: tres naciones por sobre los 60 puntos (Uruguay, Venezuela y Brasil) mientras que 11 se ubican debajo de este promedio. Esto lleva a interpretar que la gobernanza de datos en Latinoamérica es desigual y presenta un desarrollo moderado de marcos regulatorios y derechos relacionados con la protección y el intercambio de datos.

Gráfico 21: Puntaje de Gobernanza - Barómetro de Datos



*El subindicador Disponibilidad contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Barometer's

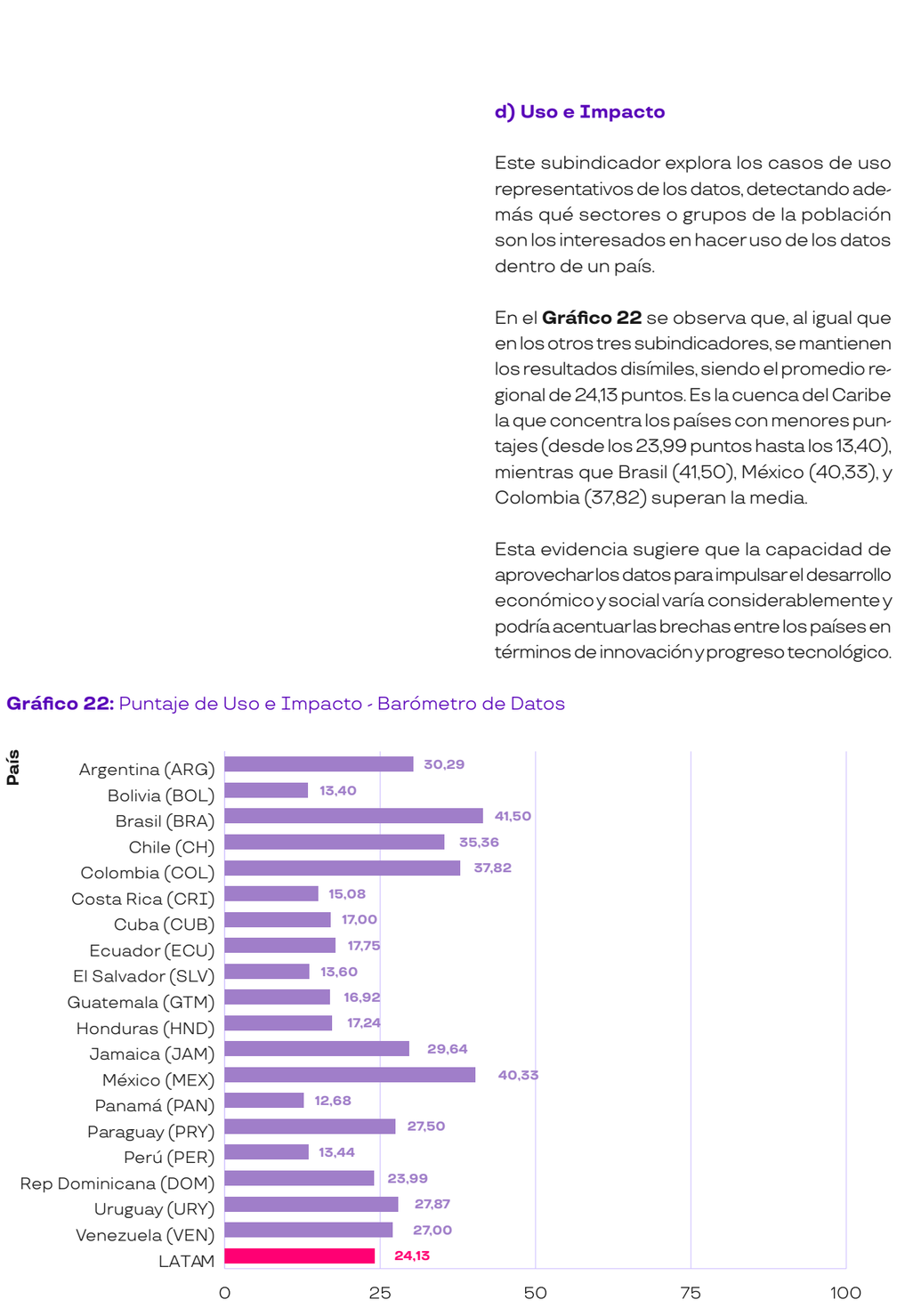
d) Uso e Impacto

Este subindicador explora los casos de uso representativos de los datos, detectando además qué sectores o grupos de la población son los interesados en hacer uso de los datos dentro de un país.

En el **Gráfico 22** se observa que, al igual que en los otros tres subindicadores, se mantienen los resultados disímiles, siendo el promedio regional de 24,13 puntos. Es la cuenca del Caribe la que concentra los países con menores puntajes (desde los 23,99 puntos hasta los 13,40), mientras que Brasil (41,50), México (40,33), y Colombia (37,82) superan la media.

Esta evidencia sugiere que la capacidad de aprovechar los datos para impulsar el desarrollo económico y social varía considerablemente y podría acentuar las brechas entre los países en términos de innovación y progreso tecnológico.

Gráfico 22: Puntaje de Uso e Impacto - Barómetro de Datos



*El subindicador Disponibilidad contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Barometer's

C.5 Subdimensión de Talento Humano

El Talento Humano es el motor que impulsa la innovación y el desarrollo tecnológico. Contar con profesionales capacitados en IA es el punto de partida para potenciar la adopción y aprovechamiento de esta tecnología con el potencial de impactar positivamente la economía de los países a través de mejoras significativas en la productividad y la calidad de vida de las personas.

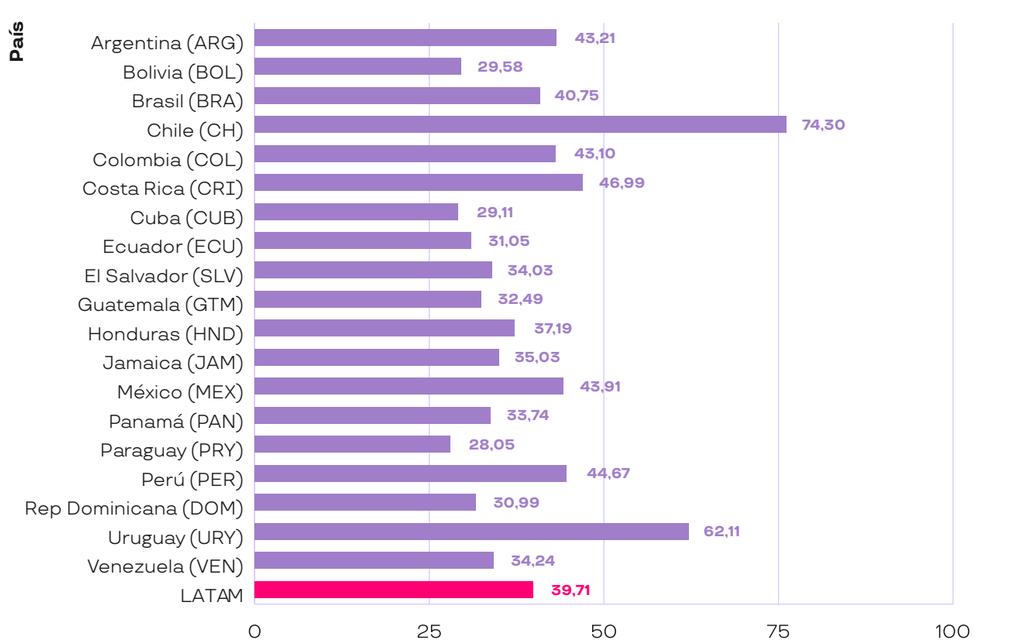
Para que una nación disponga del talento capaz de diseñar, desarrollar e implementar soluciones basadas en esta tecnología, es primordial contar con la presencia de políticas públicas y programas que apunten en esa dirección, desde la educación primaria y extender ese cometido a la formación continua de técnicos y profesionales que conforman la fuerza laboral.

Para abarcar todos aquellos elementos que inciden en las capacidades de IA con las que cuenta un país, esta subdimensión contempla tres indicadores: **la Alfabetización en IA,** la **Formación Profesional** y el **Talento Humano Avanzado**.

Considerando lo fundamental que es la generación de Talento Humano, a esta dimensión se le asignó una **ponderación del 30% del puntaje de la Dimension de Factores Habilitantes.**

Como muestra el **Gráfico 23**, la subdimensión Talento Humano tiene un promedio regional de **39,71 puntos** en la versión ILIA 2024. Lideran la subdimensión Chile con **74,30 puntos** y Uruguay con **62,11,** siendo los únicos dos países que superan la barrera de los 60 puntos. La incorporación de nuevos indicadores con mayor cobertura y especificidad suavizan las diferencias que se vieron en la primera versión.

Gráfico 23: Puntaje subdimensión Talento Humano



Fuente: ILIA 2024

Países con alta preparación en Talento Humano (más de 60 puntos): Este grupo incluye a los que muestran los puntajes más altos, indicando una fuerte capacidad en la formación y disponibilidad de talento humano especializado en IA. Es el caso de Chile (74,30) y Uruguay (62,11).

Países con preparación moderada en Talento Humano (entre 40 y 60 puntos): Son aquéllos que cuentan con un desarrollo intermedio en este ámbito, con capacidades sólidas pero aún con margen para mejorar, como Costa Rica (46,99), Perú (44,67) México (43,91), Argentina (43,21), Colombia (43,10) y Brasil (40,75).

Países en desarrollo de Talento Humano (menos de 40 puntos): Acá se ubican los países que enfrentan desafíos significativos en la formación y retención de talento especializado: Honduras (37,19), Jamaica (35,03), Venezuela (34,24), El Salvador (34,03), Panamá (33,74), Guatemala (32,49), Ecuador (31,05), República Dominicana (30,99), Bolivia (29,58), Cuba (29,11) y Paraguay (28,05).

C.5.1 Alfabetización en IA

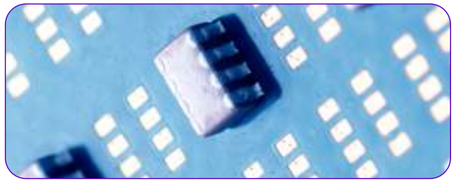
Como indicador, la Alfabetización en IA examina la presencia de contenidos relacionados con Ciencias de la Computación de IA en el currículum escolar (Educación temprana en ciencias), con iniciativas públicas formales de educación en IA (Educación temprana en IA), además de las competencias en inglés (Habilidad en inglés), que es el idioma estándar de los lenguajes de programación.

Estos tres subindicadores ofrecen una perspectiva aproximada de los elementos considerados necesarios para poder contar con una población capaz de desarrollar y manejar herramientas de pensamiento computacional, programación e IA en etapas tempranas.

La alfabetización en este contexto se considera como un habilitante para el desarrollo de vocaciones vinculadas a esta disciplina en el ámbito del desarrollo profesional. Cabe señalar que no se trata del mismo concepto que se aborda con mayor profundidad en las competencias que se observan en el mercado del trabajo, donde el concepto de alfabetización en IA está asociado a la adquisición de conocimientos y competencias para usar herramientas de IA, especialmente generativa.

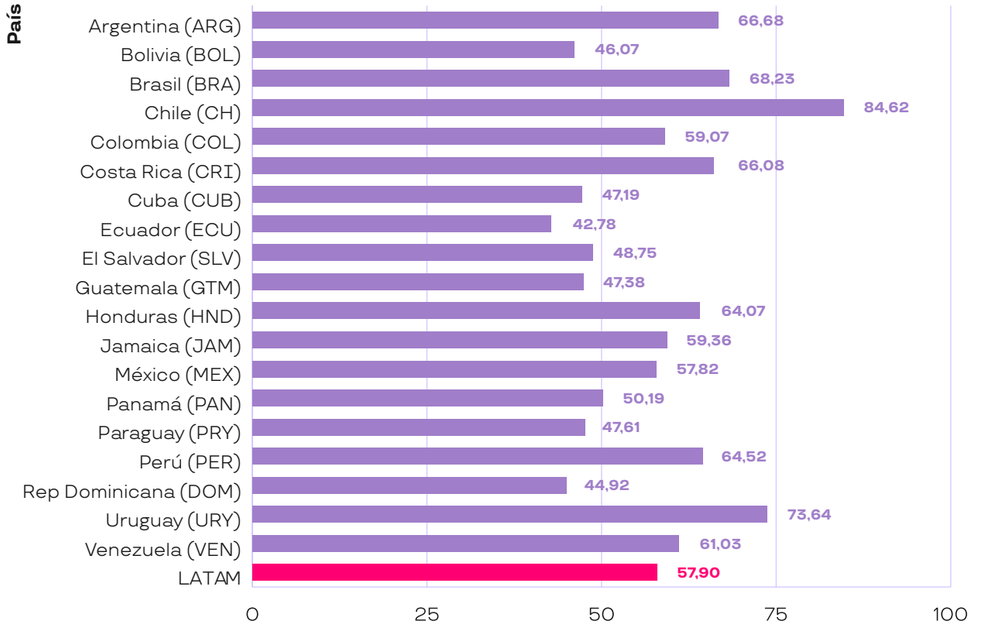
Este indicador representa el **40% del peso total de la subdimensión** de Talento Humano y está compuesto por estos tres subindicadores:

a) Educación en ciencia
b) Educación temprana en IA
c) Habilidad en Inglés



En el **Gráfico 24,** se observa la evaluación de las habilidades y conocimientos en matemáticas y ciencias de estudiantes en secundaria o segundo ciclo de formación escolar de acuerdo con el desempeño en pruebas estandarizadas comparables en la región. **El puntaje de la región es de 57,9 puntos** promedio de los 19 países.

Gráfico 24: Puntaje de indicador Alfabetización en IA



Los resultados del indicador revelan que las disparidades en alfabetización en IA en la región provienen de diferencias estructurales en los sistemas educativos. Aunque en todos los países se integran contenidos relacionados con tecnologías de información, solo Brasil y Chile han avanzado significativamente en la incorporación de estas temáticas en el currículo obligatorio.

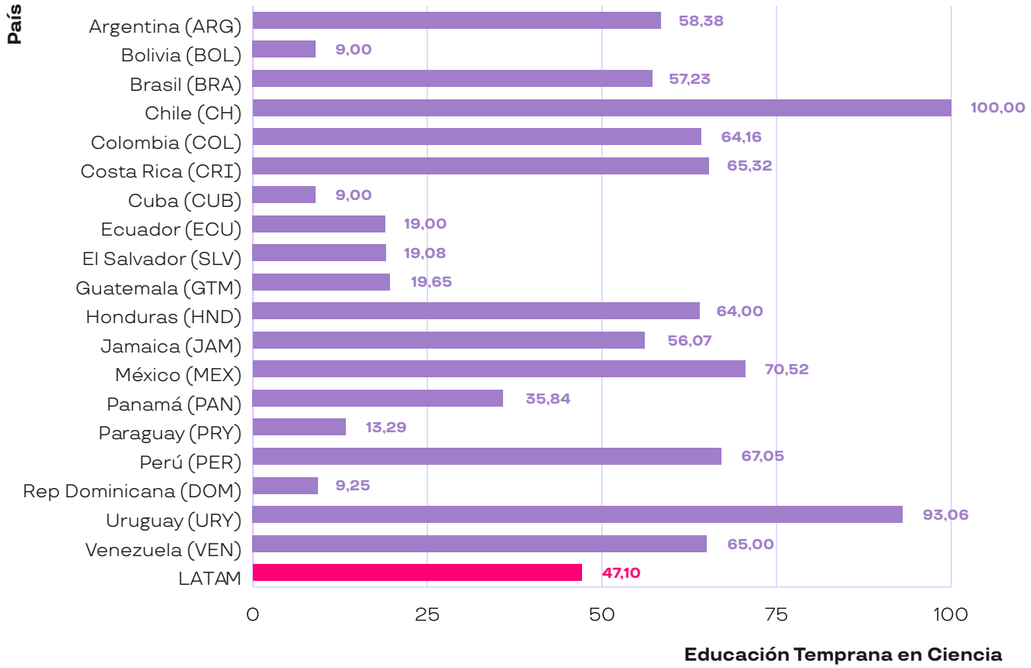
Fuente: ILIA 2024

a) Educación temprana en ciencia

Este subindicador obtiene información sobre las habilidades y conocimientos en Matemáticas y Ciencias de estudiantes del segundo ciclo de educación media (15 años), medidos por la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes, que es coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE). Esta medición representa una aproximación al nivel de cada país en conocimientos necesarios para el desarrollo de vocaciones tempranas asociadas a IA, como lo son el pensamiento computacional o habilidades de programación.

El Gráfico 25 indica una alta heterogeneidad en los puntajes en los 19 países, con un promedio que alcanzó **47,10 puntos**, con 9 países del estudio ubicados bajo este nivel. Los países que lideran la medición son **Chile con el máximo puntaje, Uruguay con 93,06 puntos y México con 70,52 puntos.**

Gráfico 25: Puntaje en Educación temprana en IA



*El subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): BOL CUB ECU HND VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: OECD

b) Educación temprana en IA

Referido a la inclusión de **contenidos asociados a Tecnologías de la Información y Comunicación** (TIC) o, en forma más general, a contenidos relacionados con IA en las bases curriculares de enseñanza secundaria, el puntaje para este subindicador se obtuvo con un cálculo realizado a través de una categorización del 1 al 5, sin que existiera un juicio de valor de la calidad de los contenidos o la capacidad de impartirlos en el aula. Solo se evaluó la existencia de proyectos que los incluyeran en el currículum.

La **Tabla 3** revela que solo dos países, **Chile y Brasil, alcanzan el puntaje máximo (100),** lo que refleja la implementación de temáticas de IA en las bases curriculares. En tanto, la mayoría de los demás países se sitúa en los 75 puntos, de lo que se infiere que sí cuentan con algún nivel de integración de materias relacionadas con Tecnologías de la Información y Comunicación y que son obligatorias en su programa escolar.

Categorías	Puntaje
1= No tiene propuesta	0 puntos
2= Propuesta TIC	25 puntos
3= Propuesta IA	50 puntos
4= Tiene implementado TIC (tecnología, información y computación)	75 puntos
5= Tiene implementado IA	100 puntos

Tabla 3: Puntaje de Educación temprana en IA

País	AR	BOL	BRA	CH	COL	CRI	CUB	ECU	SLV	GTM
Categorías	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
Puntajes	75	75	100	100	75	75	75	75	75	75

País	HON	JAM	MX	PAN	PRY	PER	DOM	URY	VEN	Promedio Latam
Categorías	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Puntajes	75	75	75	75	75	75	75	75	75	77,63

Fuente: ILIA 2024 / Datos: SITEAL

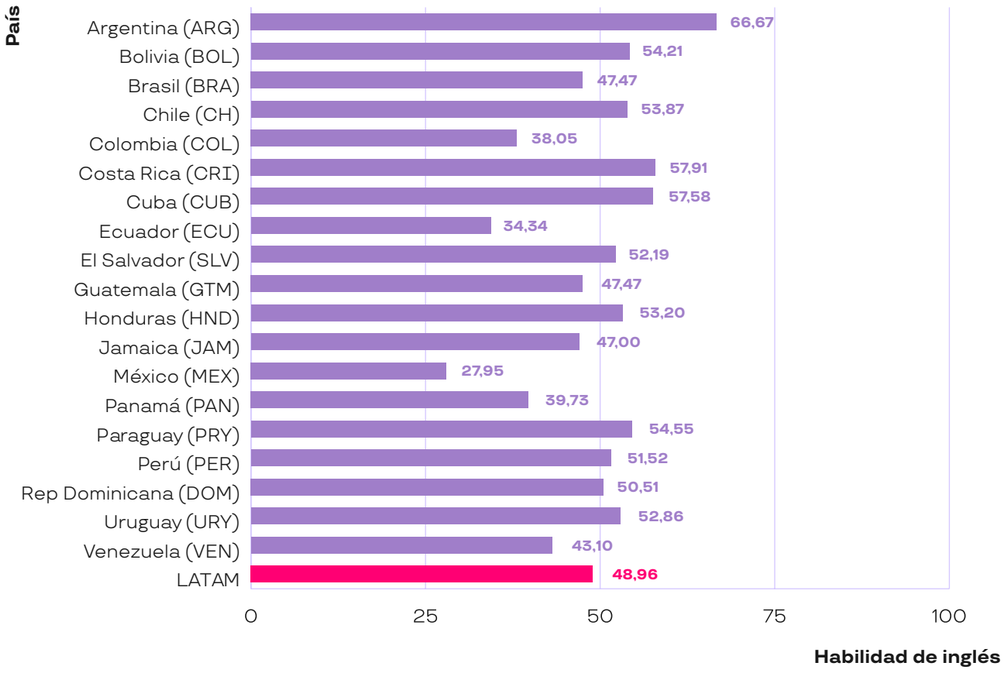
c) Habilidad en inglés

En el **Gráfico 26** se observan los puntajes de cada país en las habilidades de sus ciudadanos en cuanto a comprensión lectora y auditiva de este idioma.

Cabe destacar que existen pruebas de autotest llamadas *EF Standard English Test (EF SET)* disponibles online y voluntarias y que a los resultados de cada país en éstas, se les entrega una puntuación de acuerdo a los niveles del Marco Común Europeo de Referencia (MCER, C2, C1, B2, B1, A2,A1, pRE A1) y también una puntuación EF EPI (del 1 al 800). Ambos puntajes son ingresados en el *English Proficiency Index A Ranking*, lo que entrega el número bruto para este subindicador.

Se evidencia que la mayoría de los países en estudio se ubican por sobre la media del puntaje obtenido por la región el cual es de **48,96** puntos, mientras que solo seis países se ubican por debajo de esta cifra.

Gráfico 26: Puntaje de Habilidad en inglés



*El subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): JAM

Fuente: ILIA 2024 / Datos: English Proficiency Index A Ranking

En cuanto a competencias en inglés, solo Argentina se destaca sobre la media, con el resto de los países con puntajes alrededor del promedio. Estos hallazgos sugieren que los esfuerzos públicos y privados deben seguir enfocados en mejorar los sistemas educativos con el fin de desarrollar competencias básicas que habiliten a la fuerza laboral para aprovechar la revolución tecnológica.

C.5.2 Formación profesional en IA

Este indicador mide las habilidades en IA con que cuentan los trabajadores durante su etapa profesional, considerando tanto la disponibilidad de las habilidades en IA presentes en la fuerza trabajadora como la cantidad de licenciados en disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

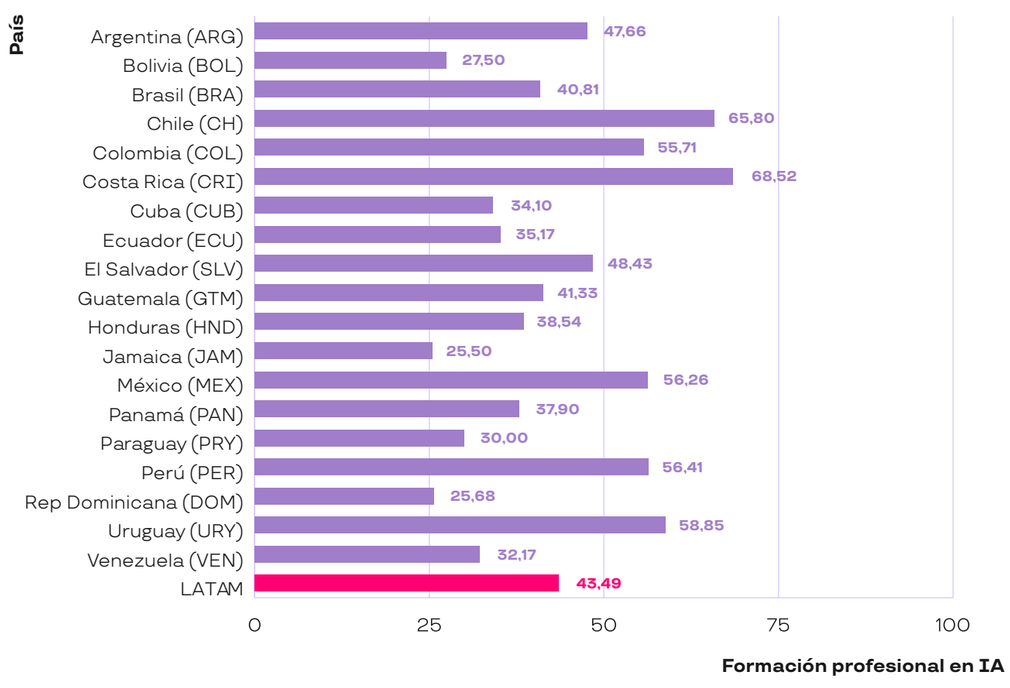
Las conclusiones de este indicador se complementan con los hallazgos identificados en el análisis regional de fuerza de trabajo realizado gracias a la colaboración con LinkedIn. Los datos de esta plataforma no tienen una cobertura de países suficiente para constituir subindicadores, pero sí reflejan de manera apropiada el contexto regional, motivo por el cual se analizan por separado.

Este indicador, representa el **30% del peso total** de la subdimensión de Talento Humano y está compuesto por dos subindicadores:

a) Penetración de habilidades en IA
b) Licenciados en STEM

En el **Gráfico 27** se puede apreciar lo disímiles de los puntajes obtenidos por cada país en este indicador. Tomando como referencia el puntaje a nivel regional de 43,49, se observa que son tres países los que lideran: **Costa Rica (68,52), Chile (65,80) y Uruguay (58,85).**

Gráfico 27: Puntaje para indicador Formación profesional en IA



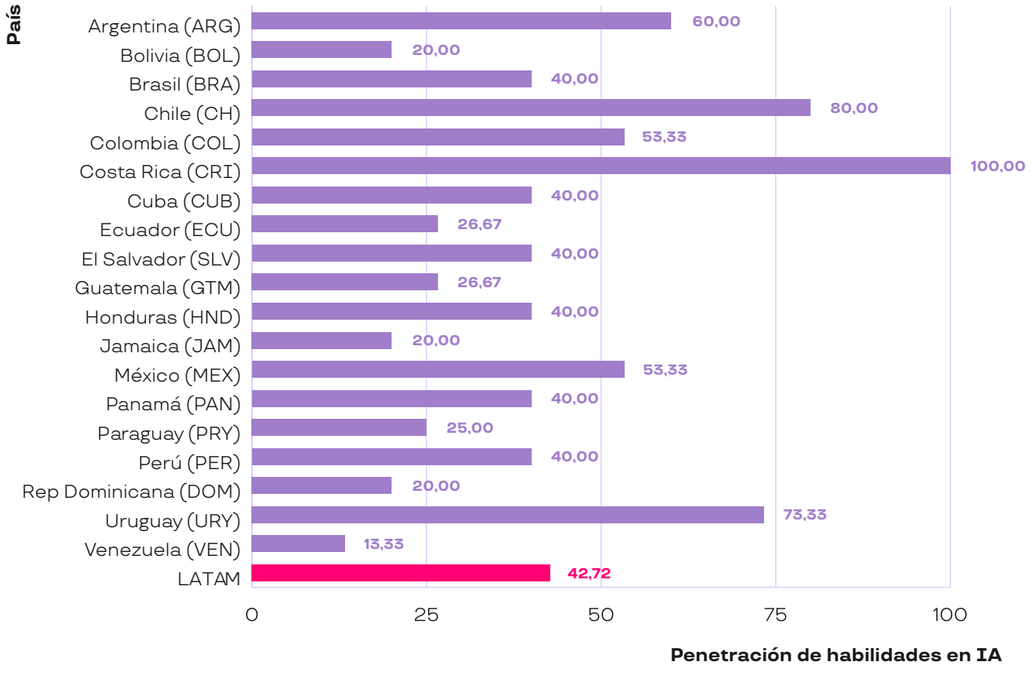
Fuente: ILIA 2024

a) Penetración de habilidades en IA

Este subindicador en particular mide la penetración relativa de competencias asociadas a la Inteligencia Artificial en la fuerza de trabajo.

Los datos expuestos en el **Gráfico 28**, proporcionados por LinkedIn, señalan que los países que lideran la región son Costa Rica con el máximo puntaje (100); le sigue Chile, con 80 puntos, y Uruguay, con 73,33. Siendo el promedio de la región de 42,72 puntos, se observa que casi el 70% de los países LAC se ubican debajo de este puntaje. Por lo tanto, casi el 70% de los países en el estudio se ubica por debajo de este puntaje.

Gráfico 28: Puntaje de Penetración de habilidades en IA



*El subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB SLV HND PRY

Fuente: ILIA 2024 / Datos: LinkedIn

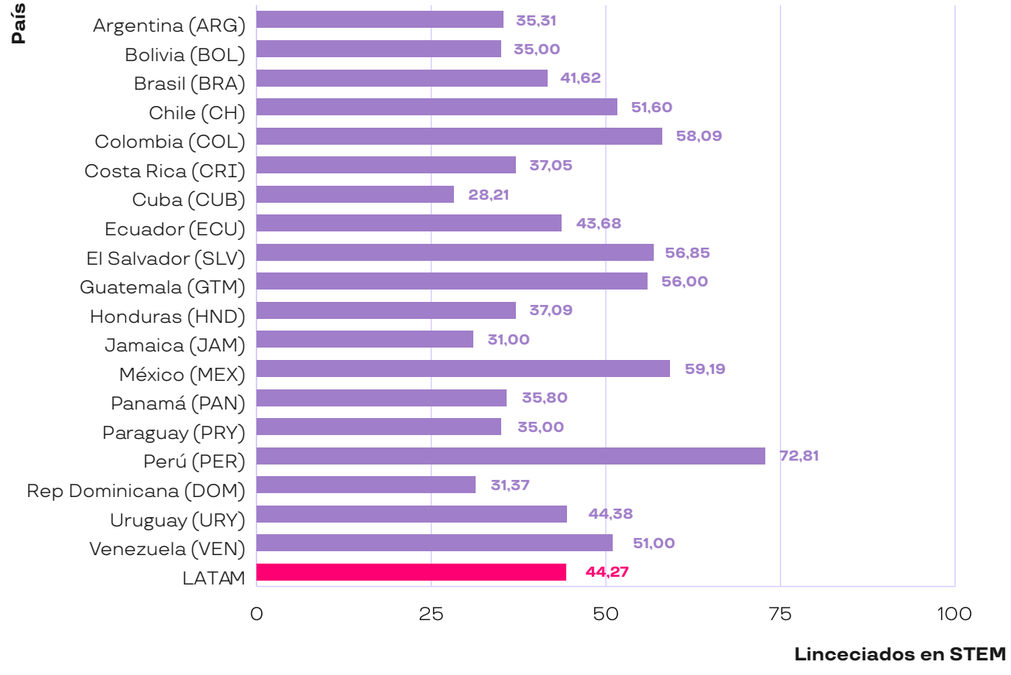
En el **Gráfico 28** se observa que solo seis países superan el promedio de la región, lo cual equivale a una penetración relativa de habilidades en IA del 0,1% de la población. Esta cifra es, por sí sola, baja en relación a la media mundial (0,32%), por lo que estos datos evidencian el rezago estructural de la región en el desarrollo de habilidades en la materia

b) Licenciados en STEM

Este subindicador se refiere al porcentaje de personas que completaron con éxito un programa de la educación superior (licenciatura) en un campo relacionado con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas (en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM) en relación al total de licenciados en el país. Sobre la base de esta medición, la región obtuvo un puntaje de **44,27.**

Se destaca en este subindicador, por una diferencia de casi 20 puntos en relación al puntaje de la región, Perú, con **72,81** puntos, cifra que representa una tasa de licenciados en disciplinas STEM del **29,64%**. Esta alta tasa podría explicarse por la fortaleza del sistema de educación superior orientado a ingeniería y ciencias, mientras que otros países como Brasil, Uruguay o Chile cuentan con una participación relativa de carreras no STEM más relevante.

Gráfico 29: Puntaje de Licenciados en STEM



**El subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): BOL GTM JAM PRY VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos:UNESCO-UIS

C.5.3 Talento Humano Avanzado

El último de los indicadores que integra esta subdimensión es el Talento Humano Avanzado, que contempla la capacidad de cada país para formar capital humano avanzado a través de programas de posgrado con énfasis en IA.

Indagar en este punto permite evaluar el grado de madurez del sistema de educación superior en lo que se refiere a la formación de perfiles altamente calificados en disciplinas asociadas tanto a la generación de conocimiento como a la aplicación de modelos en contextos más complejos.

En ese sentido, considerando el contexto de América Latina y el Caribe, los programas de doctorado reflejan la capacidad de formar especialistas más orientados al ámbito académico, mientras que los de magíster se orientan más al campo profesional y de la industria.
En ese indicador representa el **30% del peso total de la subdimensión** de Talento Humano y está compuesto por cuatro subindicadores:

a) Programas de magíster en IA Ranking QS
b) Programas de PhD en IA Ranking QS
c) Programas de magíster en IA en universidades acreditadas
d) Programas de PhD en IA universidades acreditadas

Los indicadores referentes al Ranking QS buscan mostrar la presencia de programas de formación altamente competitivos en el marco global; mientras que la evaluación de programas en universidades acreditadas indican la robustez de la disciplina bajo la óptica de los estándares locales de cada país en términos de calidad.

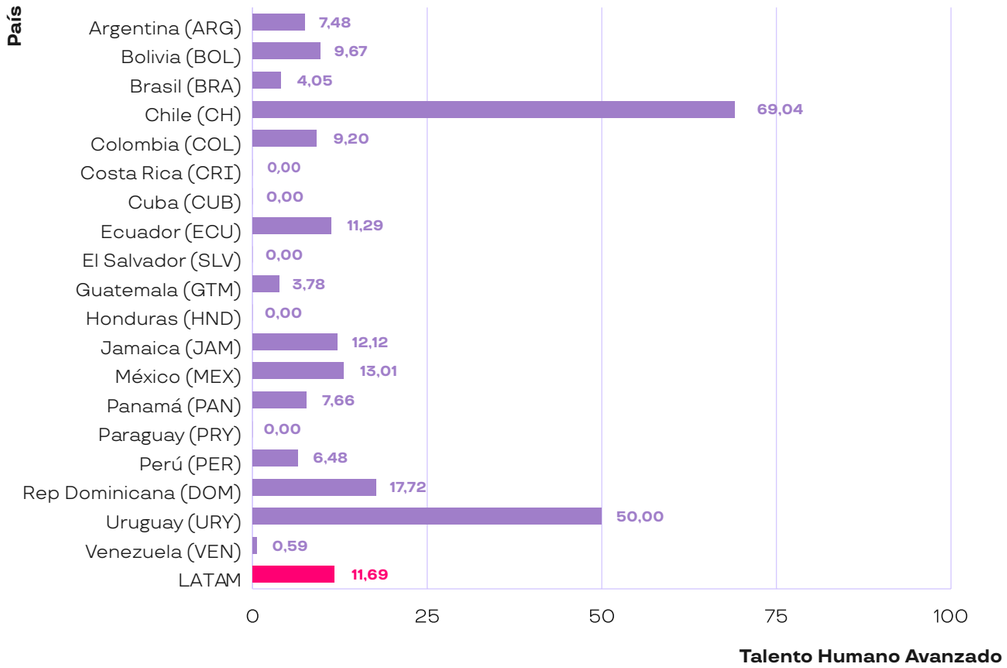
En el Gráfico 30 se observa el puntaje total que alcanzó la región en este indicador, con **11.69** puntos. **Chile se destaca con 69,04 puntos y Uruguay con 50.** El resto de la región no supera los 20 puntos, lo que es consistente con las brechas observadas frente a la media del mundo en materia de penetración de habilidades y consistente también con los bajos niveles de alfabetización en IA.

a) Programas de magíster en IA en universidades del Ranking QS

En el **Gráfico 31** se observa el subindicador Programas de Magíster en IA en universidades del Ranking QS, el cual se refiere a la existencia de programas de magíster en IA que están dentro de las primeras 1.000 universidades ranqueadas en el QS World University Rankings.
Este subindicador muestra que **solo nueve países cuentan con programas de magíster en IA** de excelencia internacional, pero cuyo acceso está fuertemente limitado por la baja cantidad y cobertura. El puntaje promedio regional es de 10,48 puntos, destacándose **Uruguay con 100** puntos, equivalente a cinco programas de magíster, seguido por **Chile con 38,36 puntos,** que equivalen a **11 programas de magíster.**

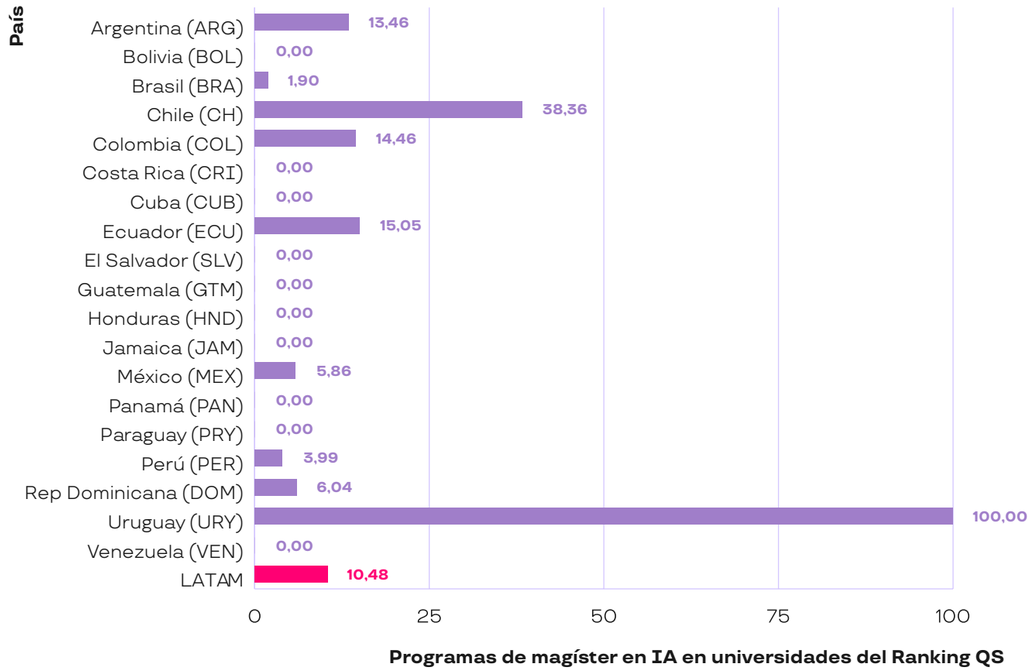
Cabe señalar que Colombia y México también cuentan con una cantidad significativa de programas en universidades que integran el ranking (11 cada uno), pero los datos están normalizados por población, lo que genera una diferencia en los puntajes obtenidos. Esto implica que, aunque la cantidad de programas es alta, su impacto relativo es menor en comparación con Uruguay y Chile.

Gráfico 30: Puntaje indicador Talento Humano Avanzado



Fuente: ILIA 2024

Gráfico 31: Programas de magíster en IA en universidades del Ranking QS



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

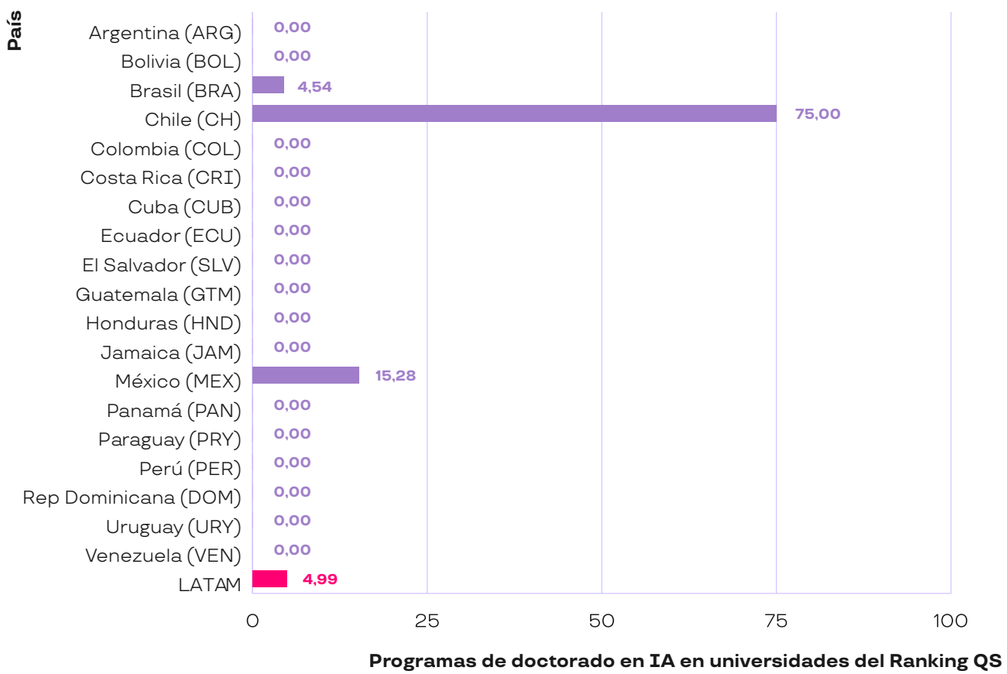
b) Programas de doctorado en IA en universidades del Ranking QS

Este subindicador se refiere a la producción de programas de doctorado en IA que están dentro de las primeras 1.000 universidades ranqueadas en el QS World University Rankings.

El puntaje alcanzado por la región es de 4,99 puntos, ello, porque **solo tres países tienen programas de PhD** en universidades del Ranking QS: **Brasil, México y Chile**. Este último país muestra un puntaje de 75 puntos, equivalente a tres programas de doctorado; lo sigue México, con 15,28 puntos y cuatro programas y, por último, Brasil con 4,54 puntos, equivalente a dos programas de doctorado.

El hecho de que solo tres países tengan programas competitivos a nivel internacional para la formación de doctorados, refuerza la hipótesis de la necesidad de fortalecer los factores que podrían habilitar un desarrollo más robusto en esta área: una capacidad de cómputo apropiada y la identificación de mecanismos para la promoción de investigación en IA a nivel local.

Gráfico 32: Programas de doctorado en IA en universidades del Ranking QS



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

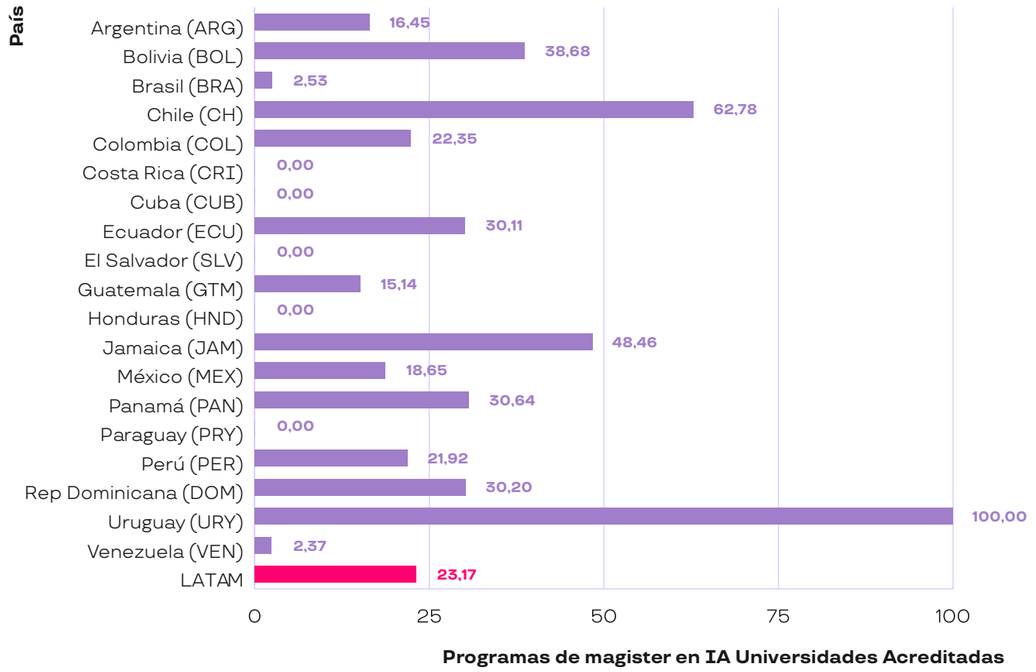
c) Programas de magíster en IA universidades acreditadas

Este subindicador permite conocer el número de programas de magíster en IA ofertados por cada una de las universidades con cierto grado de acreditación de acuerdo al organismo pertinente de cada uno de los 19 países. Este subindicador busca ofrecer una perspectiva de la madurez relativa de la oferta de programas de magíster en los países, considerando como criterio de corte que sean ofertados por universidades acreditadas en cada país.

Los países que lideran esta medición son **Uruguay con 100 puntos y Chile con 62,78 puntos**, mientras que cinco países más de la región están por sobre el puntaje medio, el resto se encuentra por debajo de éste.

A diferencia del subindicador asociado al ranking QS, en éste encontramos que 14 países cuentan con programas de magíster en universidades acreditadas, lo cual indica que existe una oferta en proceso de madurez para la formación de talento humano avanzado a nivel regional.

Gráfico 33: Programas de magíster en IA universidades acreditadas



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

d) Programas de doctorado en IA universidades acreditadas

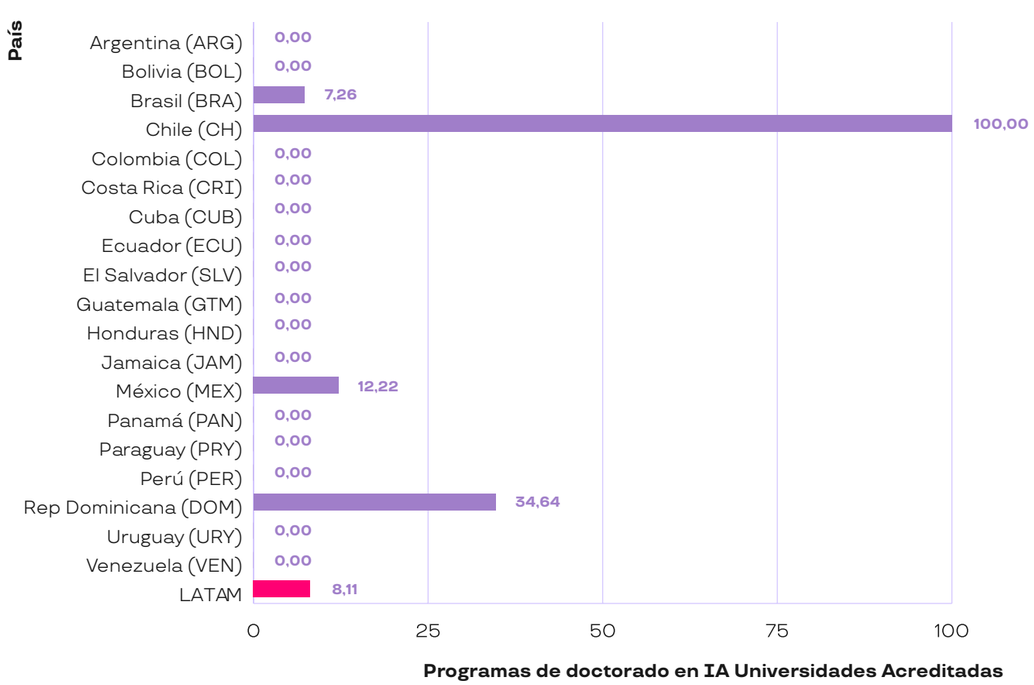
Este subindicador ilustra el número de programas de doctorados en IA ofertados por cada una de las universidades en los 19 países y que se encuentran acreditadas de acuerdo a su organismo acreditador pertinente.

Se aprecia que la región alcanza un puntaje de 8,11, con **Chile liderando con el máximo puntaje** y con cuatro programas de doctorado. A continuación se encuentra **República Dominicana con 34,64 puntos** y un programa. México, en tanto, también cuenta con cuatro programas de doctorado en instituciones acreditadas pero, debido a la normalización por población, alcanza 8,11 puntos. Finalmente está Brasil, también con cuatro programas, y el cual queda con 7,26 puntos.

Cabe mencionar que el resto de los países aparece sin puntajes al no contar con una oferta de doctorados en IA en este particular tipo de instituciones.

Para acceder al listado completo de universidades y programas considerados en el indicador de talento humano avanzado, ingresar al siguiente **link**

Gráfico 34: Programas de doctorado en IA en Universidades Acreditadas



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

El valor de la nube

Plu, el asistente inteligente que promete revolucionar la educación en los colegios de Brasil

· Como un servicio único e inédito, una de las empresas educativas más grande de Brasil, SOMOS Educação, ofrece herramientas de IA para profesores y alumnos a través de su plataforma Plurall.

*· Se trata del Plu, el asistente inteligente desarrollado junto a **Amazon Web Services (AWS)** para asistir a los profesores con planes de lección que optimizan su tiempo.*

· Se implementará a modo de piloto y será el primero de varios proyectos de la empresa que usarán las herramientas de IA generativa de AWS para llegar a más de 7 mil escuelas en Brasil.

Un promedio de dos horas diarias tarda un profesor en preparar una clase y esa rutina podría cambiar para varios docentes de Brasil con solo pedirle a un asistente inteligente de IA que genere un plan detallado para una lección de 50 minutos. Se trata de Plurall AI o Plu, el asistente de IA generativa creado por una de las empresas educativa más importantes de Brasil, **SOMOS Educação**, en colaboración con Amazon Web Services (AWS) y que tiene como objetivo ayudar a profesores y estudiantes a planificar lecciones de forma más rápida, precisa y eficaz.

Bett Brasil 2024, la feria educativa local más importante de ese país, el espacio escogido por la empresa para presentar el piloto de este asistente virtual, capaz de entregar un guión completo para la clase de un profesor en solo segundos. Y no solo eso, sino también ilustraciones, actividades sugeridas para los alumnos e, incluso, preguntas personalizadas para estudiantes que necesitan rendir exámenes con menor nivel de exigencia.

SOMOS Educação pretende revolucionar la educación básica de Brasil llegando con el asistente inteligente Plu a más de 5 mil colegios para 2025. El objetivo principal de la tecnología es permitir que los docentes destinen sus horas laborales a trabajar más personalizadamente con sus estudiantes. Según la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje de la OCDE (TALIS) de 2018 y el informe de McKinsey de 2020, el 67% del tiempo de los profesores está dedicado a actividades fuera del aula, como la preparación de lecciones. McKinsey estima que entre el 20% y el 40% de estas actividades pueden optimizarse con tecnología, lo que podría proporcionar a los profesionales hasta 12 días adicionales de productividad al año por cada 5% de optimización. "Creemos que esta tecnología puede resultar increíblemente útil para liberarlos de tareas que consumen mucho tiempo. Si pensamos en una meta conservadora del 10% de optimización, podría significar casi 24 días adicionales al año que los docentes podrían dedicar a apoyar a los estudiantes, mejorar las lecciones o cuidar su propio bienestar. Estas métricas pueden variar con el tiempo y pueden tener otros impactos por medir", señala Rafael Augusto Teixeira, gerente senior de Informática en SOMOS Educação.

"La IA generativa es una de las tecnologías más transformadoras de nuestra generación. Aborda algunos de los problemas más desafiantes de la humanidad, aumentando el rendimiento humano y maximizando la productividad. (...) Y en el ámbito de la educación, la IA tiene un impacto significativo al ofrecer varias ventajas que pueden transformar la forma en que aprendemos y enseñamos" afirma Cleber Morais, director de ventas empresariales de AWS para América Latina.

Resultados exitosos

Hace casi un siglo que **SOMOS Educação**, líder en educación primaria y secundaria en Brasil, ofrece servicios integrales para colegios, los que incluyen herramientas educativas y aprendizaje en línea. Su plataforma digital, Plurall, atiende a más de 7 millones de estudiantes y 120.000 profesores en 7 mil escuelas desde 2014, proporcionando libros digitales, actividades, evaluaciones y otras herramientas en línea a esa comunidad.

Conscientes de que la IA llegó para quedarse y de que tiene un gran potencial para transformar el mundo escolar, SOMOS Educação acudió al equipo de AWS en junio de 2023 con el propósito de lanzar una solución basada en GenAI que impactará el mercado educativo. "Tras un trabajo en conjunto entre los equipos de AWS y SOMOS Educação se seleccionó el asistente virtual del profesor como proyecto para invertir, dado que podría tener una adopción escalable", cuenta Morais. Es así como dentro de su plataforma digital Plurall, la empresa educativa integró este chatbot basado en IA generativa para ofrecer soluciones avanzadas y personalizadas. "Plu utiliza la amplia base de nuestro contenido para generar respuestas y satisfacer las solicitudes de los usuarios, como la creación de planes de lecciones completos, resúmenes de textos, listas de actividades, imágenes ilustrativas, preguntas nuevas y únicas, exámenes completos, lecciones interdisciplinarias, contenido bilingüe, y ajustes del nivel de complejidad de ciertos temas", explica Teixeira.

El asistente inteligente Plu, está disponible tanto para profesores como para alumnos. Para los estudiantes, puede analizar el contenido, hacer preguntas, solicitar resúmenes, actividades adicionales, además de establecer planes de estudio y muchas otras aplicaciones. En tanto, para los docentes -y a través de la herramienta de Adaptive Teaching- puede recomendar nuevos contenidos y habilidades para que los alumnos trabajen en ellos. Hasta julio de 2024, 3.400 alumnos de distintos colegios habían estado probando el asistente. "No solo propietarios y administradores de escuelas han destacado los resultados de la plataforma hasta ahora, sino también los propios maestros y coordinadores. La recepción ha sido tan positiva, que hemos creado una lista de espera para el piloto. Profesores con décadas de experiencia han comentado que la herramienta ofrece nuevas perspectivas, mejora la preparación de clases o resúmenes para el pizarrón", afirma Teixeira.

La IA generativa de AWS

Para crear el asistente inteligente Plu, SOMOS Educação utilizó Amazon Bedrock, una plataforma de servicios en la nube que ofrece Amazon Web Services (AWS) y que facilita a los desarrolladores y a las empresas, la creación, entrenamiento y despliegue de modelos de IA que se pueden adaptar a una variedad de tareas específicas. Utilizando prompts -herramientas para guiar y personalizar las respuestas- los desarrolladores ajustaron el comportamiento de estos modelos pre entrenados de acuerdo a las necesidades específicas del contexto educativo. Esto contribuyó a mejorar las aplicaciones del chat utilizadas por profesores y estudiantes para asegurar respuestas más precisas y relevantes a los requerimientos escolares.

Entre las herramientas de AWS utilizadas en la confección de Plu, destacan el uso de CloudFront para caching de contenido en la aplicación front-end y RDS para la gestión de usuarios y datos de los colegios. Y también otras, entre las que destacan, Amazon EKS (Elastic Kubernetes Service), el que facilita la gestión y ejecución de aplicaciones en la nube para asegurar que el asistente inteligente funcione de manera eficiente y sin interrupciones; Amazon S3 (Simple Storage Service), que proporciona un almacenamiento seguro en la nube y escalable para guardar toda la información necesaria y accesible rápidamente cuando se requiere; Amazon OpenSearch Service, que permite buscar y analizar grandes volúmenes de datos de forma rápida y precisa, asegurando que los profesores puedan obtener la información que necesitan con rapidez; y Amazon SQS, que hace posible el envío y la recepción de mensajes entre diferentes partes del sistema, garantizando una comunicación fluida dentro del chatbot. Y por último, está Amazon SNS, que facilita la distribución de notificaciones a los profesores y estudiantes de manera eficiente, mejorando la comunicación y coordinación general del servicio.

El ejecutivo de AWS para América Latina indica que la compañía trabajó junto a Accenture en el diseño de la arquitectura del modelo GenAI del asistente virtual, así como en el desarrollo, implementación y capacitación de los equipos de SOMOS Educação. "AWS ofrece a las empresas más que un simple chatbot, una herramienta o un LLM: habilitamos múltiples capacidades, como aplicaciones con IA generativa integrada, herramientas para crear aplicaciones de IA generativa personalizadas e infraestructura eficiente que escala. Todo, con salvaguardas y controles de seguridad para que las empresas puedan moverse con confianza. En un futuro próximo, todas las aplicaciones contarán con IA generativa para hacerlas más útiles, personales y atractivas", dice Morais.

Una de las fortalezas del asistente inteligente de **SOMOS Educação** es la gran base de datos con contenido educacional con que cuenta la empresa, una de las más grandes del mundo por su volúmen, y que sirve de respaldo al asistente. Para gestionarla, contaron con la guía de AWS Brasil y utilizaron el enfoque RAG (Retrieve, Augment, Generate) un método en el que se apoya la IA -específicamente en modelos de lenguaje o generación de texto- para mejorar la calidad y relevancia de las respuestas generadas por sistemas de inteligencia artificial como este chatbot. "Creemos que la vasta base de conocimientos de Somos, impulsada por la IA, puede generar cambios rápidos en el proceso de aprendizaje, no solo en Brasil sino a nivel mundial. Esta tecnología se puede adaptar fácilmente a otros lenguajes y bases de contenidos, gracias al poder de la IA", dice Teixeira.

Nuevas herramientas

Actualmente, la implementación de la IA generativa a través de este asistente virtual es la punta de lanza de **SOMOS Educação** en su oferta educativa. De hecho, ha establecido una hoja de ruta a largo plazo para implementar IA generativa en la totalidad de la plataforma, según explica Bruno Brusco, director del área digital responsable de toda la operación de la plataforma Plurall.

En una primera etapa, se enfocarán en mejorar la productividad de los profesores mediante el uso de IA. En la segunda, brindarán apoyo específico tanto a maestros como a estudiantes mediante la creación de rutas de aprendizaje adaptativas, que pueden ser usadas por los alumnos en tareas personalizadas o, bien, en juegos y retos de aprendizaje que los tutores les envían. Y en la tercera, proyectan utilizar los datos generados por la IA para dos objetivos clave: generar predicciones del desempeño académico de los estudiantes y proporcionar conocimientos que ayuden a los administradores a tomar decisiones informadas. Esto último implica ofrecer información detallada sobre áreas de mejora, tendencias educativas identificadas y recomendaciones estratégicas para mejorar el rendimiento estudiantil y la eficiencia en la gestión educativa.

"Contamos con el mejor contenido educativo de Brasil, lo que asociado a nuestra sólida inversión en tecnología nos posiciona como líderes en iniciativas de IA para la educación a gran escala", asegura Brusco.

Informe

IA en el Mercado Laboral de América Latina

El desarrollo de la IA en cualquier lugar del mundo depende de la disponibilidad de tres factores habilitantes: datos, infraestructura y talento humano. La difusión de la IA y su avance se perfila como un campo dinámico, en el que las formas de concebir y medir la adopción y el despliegue de ésta en el mercado laboral deben ser actualizados continuamente.

Es natural que los instrumentos administrativos usuales, como por ejemplo las encuestas nacionales de empleo, se encuentren metodológicamente desactualizados ante la vorágine que significa esta revolución tecnológica. Ello vuelve necesario acudir a fuentes privadas de información como se hizo en este caso con LinkedIn.

En la versión anterior del ILIA, los datos proporcionados por esta red social evidenciaron un déficit estructural de la presencia relativa de habilidades digitales y disruptivas en 20 industrias de la región, uno que es transversal a los países de América Latina y el Caribe, salvo excepciones en ciertas industrias y países. Es por ello que la manera de medir el fenómeno a nivel del mercado laboral para la versión 2024 del ILIA, fue actualizada y se trabajó con datos sobre el desarrollo de habilidades y competencias de la IA en el ámbito del mercado laboral, que responden a una nueva clasificación internacional.

Para entender cómo las principales competencias tecnológicas relacionadas con IA están siendo incorporadas en la actualidad por la fuerza laboral de los países de la región, LinkedIn seleccionó una muestra de seis países de la región en cada uno de los cuales el 40% del total de la fuerza de trabajo tenía inscrito su perfil en esa red. Estos países fueron Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México y Uruguay.

Lo anterior, sirvió para garantizar la representatividad de los datos y la rigurosidad de las conclusiones que se esbozan en este informe considerando un agregado de América Latina y el caribe, dada la importancia relativa en términos de población, fuerza de trabajo y aporte al PIB regional de esas seis naciones, los datos estaban lo suficientemente completos para esbozar conclusiones de alcance regional.

Los datos disponibilizados por LinkedIn provinieron de los usuarios que han añadido competencias en IA a su perfil, y/o desempeñan una ocupación representativa de la IA. A través de estos criterios se constituye un segmento de la fuerza laboral conocido como "talento en IA", el que se clasifica según su concentración de acuerdo a la cantidad de usuarios registrados en cada país[2].

Analizar la concentración de talento asociado a la IA por país, y la penetración relativa de las competencias en IA, entrega una métrica que constituye una continuación del análisis regional iniciado en el ILIA 2023. Este análisis da cuenta de la prevalencia que tienen las competencias en IA, ya sea a través de diferentes ocupaciones o en la frecuencia con los usuarios las emplean dentro de sus trabajos. Se trata de un indicador que, en definitiva, mide la intensidad que tienen las competencias en IA dentro de una "entidad" determinada (país, sector productivo, género).

En segundo lugar, se explora el desarrollo de las competencias de IA, incluyendo la distinción conceptual recientemente introducida por LinkedIn para referirse al desarrollo de las habilidades en IA, diferenciando entre habilidades de Ingeniería y habilidades de alfabetización. Mientras que las primeras son las que están orientadas a **construir herramientas con esta nueva tecnología**, las de alfabetización son **aquellas que se emplean para darles uso.** A ello le sigue una descripción del desarrollo de las habilidades en IA en la fuerza de trabajo entre 2015 y 2023, según países y sectores productivos"[3].

En una tercera parte del presente análisis, se revelan las tendencias recientes en materia de migración de talento en IA, tomando los datos disponibles a nivel global, lo que permite comprender la posición que ocupa Latinoamérica en el contexto global del avance de la IA.

Este capítulo culmina con una evaluación con perspectiva de género del desarrollo de la IA en el ámbito del mercado laboral. Cabe señalar que a pesar de que la muestra de países latinoamericanos seleccionada para esta edición del ILIA es bastante más reducida que la considerada en la anterior, ofrece mayor precisión al momento de construir la información segmentada por país, lo que permite adentrarse con mayor detalle en los mercados laborales y proporcionar, de manera pionera para la región, datos que diferencian entre hombres y mujeres, abordando la brecha de género existente en la adquisición y oferta de talento asociado a la IA. Se trata de un enfoque central para comprender las disparidades que marcan el despliegue de esta tecnología en la fuerza laboral, pero también entregan luces sobre las oportunidades que existen para acortar dicha brecha.

2. El indicador de concentración de talento en IA se puede ver influenciado por la adopción de la red social por la fuerza laboral de un país dado. Para mayor detalle, véase los criterios muestrales en el marco metodológico.

3. La disponibilidad actual de datos sobre las competencias de alfabetización en IA es aún escasa, situando el foco del análisis sobre las competencias en Ingeniería en IA.

Concentración de talento en IA en la fuerza laboral

El desarrollo del talento en IA juega un rol crucial en el crecimiento y la innovación en un número cada vez mayor de sectores productivos, donde los miembros de la fuerza laboral con competencias en IA están redefiniendo las exigencias de las empresas y la estructura del mercado laboral a nivel global. Sin talento humano apropiado y disponible, es imposible lograr operar y generar valor privado y público a partir de la revolución de la IA, ni menos aún desarrollar soluciones innovadoras a partir de esta tecnología.

Mientras la difusión de aplicaciones y tecnologías vinculadas a la IA continúa su rápido avance, también lo hace una demanda emergente por competencias relacionadas con el uso efectivo de tecnologías. En este sentido, se construyó una métrica a partir de los usuarios de LinkedIn que añaden competencias en IA a sus perfiles y/o se desempeñan en ocupaciones en IA. Se trata entonces de un concepto que engloba aquellos miembros de la fuerza laboral que ejercen ocupaciones típicas de IA como ingenieros y científicos de datos, comprendidas como "Habilidades de Ingeniería", pero también de profesionales que certifican saber usar la IA en sus tareas diarias, y por ende, disponen de competencias de alfabetización en IA. En la siguiente sección de este apartado se presentan en detalle las diferencias y alcances de estas categorías de habilidades.

El siguiente análisis exhibe no solo el rezago estructural en materia de penetración relativa de habilidades de IA en América Latina y el Caribe, sino que también las diferencias significativas que existen en la materia a nivel de género. Los conteos de talento en IA son utilizados para calcular métricas de concentración de talento: por ejemplo, para el cálculo de la concentración de talento en IA, se emplean los conteos de talento en IA a nivel de país en relación al conteo de los usuarios de LinkedIn en los respectivos países.

Para medir la concentración de talento de IA de países en América Latina y el Caribe, se utilizan los recuentos de talento en IA a nivel país frente a los recuentos de miembros de LinkedIn en los respectivos países[4]. A continuación, se presenta la concentración de talento en IA en Latinoamérica, según país y por año **(ver Gráfico 1)**.

4. Una limitante de esta métrica que cabe tener en cuenta, es que las métricas de concentración pueden verse influidas por la cobertura de LinkedIn en estos países. A su vez, pueden existir sesgos en los datos actuales para la República Bolivariana de Venezuela debido a sanciones comerciales actualmente vigentes.

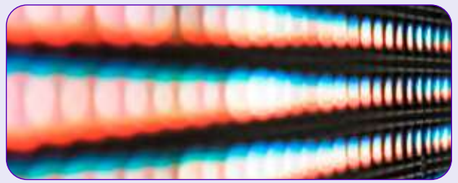


Gráfico 1: Concentración de talento en IA en Latinoamérica, promedio según País (2024)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

El desarrollo del talento en IA en los países de la región está atravesado por disparidades que han persistido en el tiempo. Mientras la mayoría de los países sobre los cuales se dispone de datos aumenta su concentración de talento en IA desde 2016 hasta 2024, existen otros que se han estancado **(ver Gráfico 2)**.

Gráfico 2: Evolución de la concentración de talento en IA según país (2016-2024)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Datos disponibles para competencias en ingeniería en IA.

Tomando como referencia el promedio disponible para las habilidades en IA en 2024, Costa Rica se destaca con respecto al resto de países por contar con la concentración de talento en IA más alta de la región (0,18%), le siguen los países del Cono Sur, Chile (0,15%), Uruguay (0,14%), Argentina (0,12%), Brasil (0,09%) y México (0,11%). Respecto de los países que presentan menores niveles de concentración, como Bolivia (0,06%), o los que denotan un crecimiento lento como República Dominicana (desde 0,03% en 2016 a 0,06% en 2024), preocupa su estancamiento.

El panorama regional contrasta con el aumento acelerado en la concentración de "talento en IA" de Argentina, por ejemplo, que se duplica pasando de un 0,06% en 2016 a un 0,12% en 2024. Mientras tanto, en Costa Rica la concentración de talento en ingeniería en IA se triplicó desde 0,06% en 2016 para llegar al 0,18% en 2024, el nivel más alto de la región.

Sin embargo, pese al ritmo acelerado de crecimiento en la concentración de talento en IA en varios países de la región, los niveles que registra América Latina en este indicador en la actualidad no llegan a representar siquiera una cuarta parte de los niveles de los países que lideran este indicador a nivel global **(ver Tabla 1)**. La concentración en talento en IA para los países destacados en América Latina, pese a haberse duplicado también, no llega a equiparar el nivel en el que se encontraban en 2016 los países que lideran este indicador a nivel global. Se trata de naciones que pertenecen al norte global, caracterizadas por un desarrollo productivo industrial y tecnológico importantes.

Tabla 1: Países con mayor concentración de talento en IA según país y año

País	Concentración de talento de ingeniería en IA	
	Promedio 2016	Promedio 2024
Israel	0,49 %	1,13%
Singapur	0,30 %	0,91%
Corea del Sur	0,53 %	0,81%
Luxemburgo	0,35 %	0,77%
Finlandia	0,40 %	0,72%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Datos disponibles para competencias en ingeniería en IA.

A continuación se analiza la concentración de talento en IA en el sector de "Tecnología, Información y Medios de Comunicación" según país, dado que se trata del sector productivo en el que la IA encuentra su mayor desarrollo. Se observa que el sector productivo "Tecnología, Información y Medios de Comunicación" presenta transversalmente los niveles más altos de concentración de talento en IA en la región. Se destacan Costa Rica, Uruguay y Chile, tanto en términos del crecimiento experimentado como por el nivel de concentración en talento en IA que reportan.

Gráfico 3: Concentración de talento en IA en sector "Tecnología, Información y Medios de Comunicación", según país (2016-2023)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Datos disponibles en base a competencias en ingeniería en IA.

En el **Gráfico 3** se observa que en el caso de América Latina y el Caribe, la concentración de talento en IA para profesionales con competencias en ingeniería en IA se ha triplicado en el sector de "Tecnología, Información y Medios de Comunicación". Sin embargo, el país con mayor nivel en este indicador de la región, Uruguay, que alcanza el 1.53%, sigue estando muy por detrás de los líderes mundiales. Lo anterior se traduce en que el talento en ingeniería en IA en los países de la región se sitúan en el último lugar de la Tabla 2.

Tabla 2: Concentración de talento en IA en el sector Tecnología, Información y Medios de Comunicación según país (2023)

País	Talento en ingeniería en IA	Talento en alfabetización en IA
Israel	5,23%	0,0246%
Luxemburgo	4,69%	0,000%*
Singapur	4,23%	0,0211%
Uruguay	1,53%	0,0249%
Costa Rica	1,37%	0,0022%
Chile	1,16%	0,0045%
Argentina	0,91%	0,0103%
Brasil	0,86%	0,0047%
México	0,82%	0,0103%

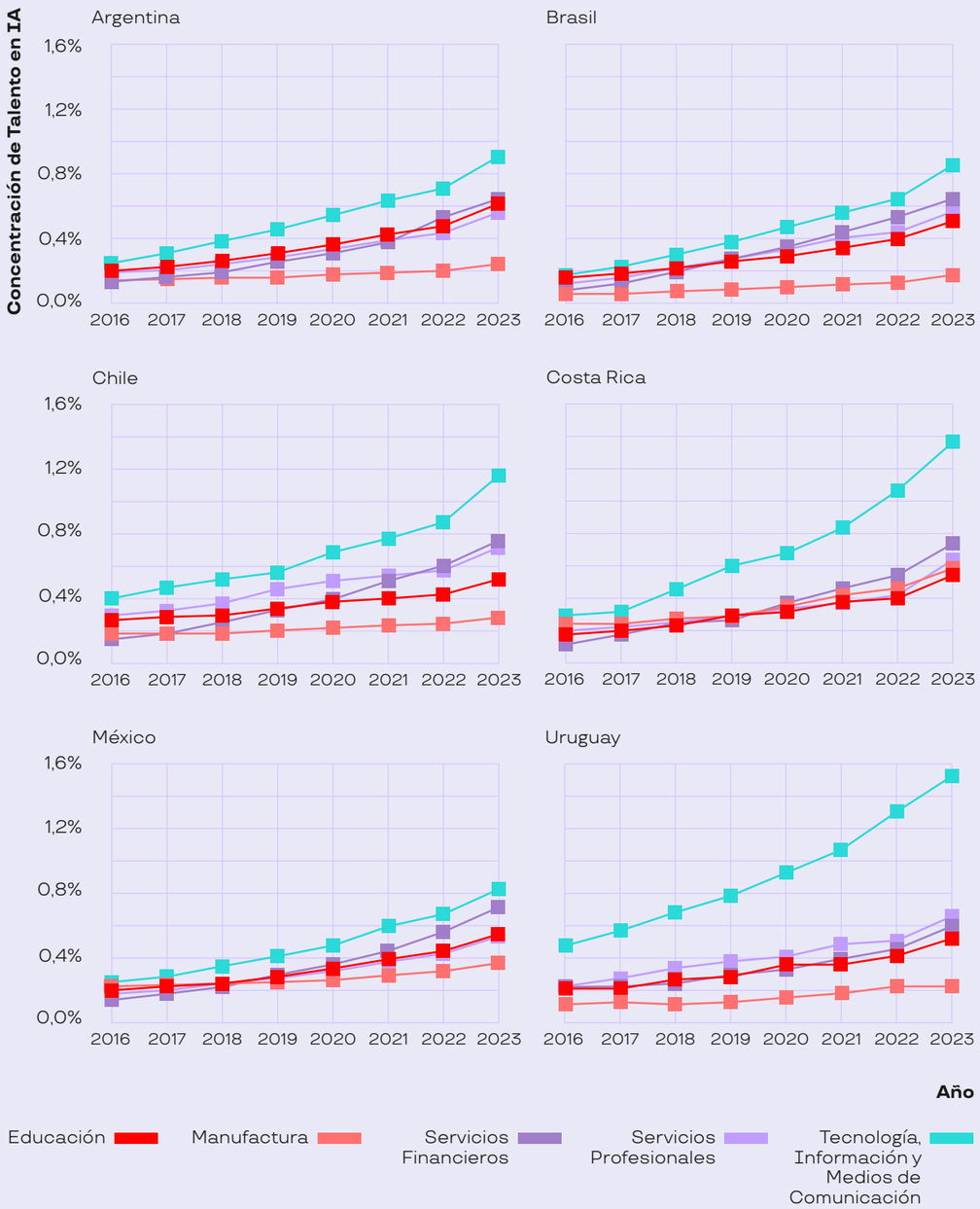
Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

En cuanto a las competencias en alfabetización en IA, los países latinoamericanos no se encuentran tan distantes de los punteros en materia de ingeniería en IA. En este indicador es Uruguay el que se destaca por presentar niveles similares a Israel. Lo anterior refleja que la alfabetización de IA sigue siendo un desafío mundial y, por lo tanto, constituye una oportunidad para los países de la región en términos de desarrollo y fomento de competencias relativamente escasas.

Habiendo establecido el panorama de los países que lideran este indicador a nivel global, a continuación se analiza América Latina. Los datos disponibles para la región arrojan que desde 2016 existe una expansión notoria en la concentración de talento en ingeniería en IA. Sin embargo, esto no significa que en el contexto global la posición de Latinoamérica haya cambiado.

A continuación, se presenta una comparación entre los países de la muestra en cuanto al desarrollo de capital humano en IA por sectores productivos, quedando en evidencia las disparidades existentes a nivel regional en este ámbito **(ver Gráfico 4)**.

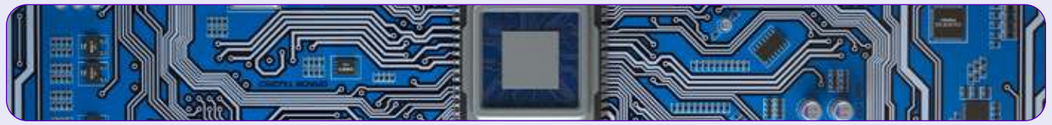
Gráfico 4: Concentración de talento en IA según sector productivo, según país (2016-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Datos disponibles en base a competencias en ingeniería en IA.

Un sector que experimenta un crecimiento considerable en la concentración de talentos es el de servicios financieros. Mientras que en Brasil este sector contaba con un 0,08% de concentración de talento en ingeniería en IA, en 2023 alcanzó el 0,65%. En el caso de Chile, la expansión pasó de 0,15% a 0,76% de concentración de talento en ingeniería en IA en este período, pasando del penúltimo lugar entre los sectores productivos a ser el segundo con mayor concentración de talento en IA en este país.

La velocidad con la cual ha aumentado la concentración de talentos en IA en algunos sectores contrasta con el relativo estancamiento del sector de manufactura, que cuenta con niveles comparativamente bajos y un crecimiento moderado a lo largo del período analizado. Pese a ello, Brasil triplicó su concentración de talento en IA en este rubro entre 2016 y 2023, llegando a 0,17%. México, en tanto , pasó de 0,23% a 0,28%. Costa Rica constituye una excepción, alcanzando 0,59% en 2024. A nivel regional, el sector manufactura ocupa el último lugar para 2023, último año con datos disponibles. Mientras que en países como Uruguay ha ocupado el último lugar desde que comienza la medición en 2016, en países como Costa Rica y México ha sido desplazado hacia el último lugar, con un ritmo de crecimiento más lento que sectores con mayor dinamismo, como lo son por ejemplo los servicios profesionales.



Desarrollo de las competencias en IA en la fuerza de trabajo en América Latina

Las competencias en IA han adquirido una creciente relevancia para la fuerza de trabajo de los países. Los datos de LinkedIn permiten abordar el crecimiento que han experimentado estos últimos años, tomando la medida de crecimiento interanual con el fin de identificar las tendencias del mercado laboral en el ámbito de la IA **(ver Tabla 3)**.

Tabla 3: Principales competencias en IA con mayor crecimiento interanual a nivel global (YoY, 2023)

Ranking	Competencias en IA	
	Ingeniería en IA	Alfabetización en IA
1	Generative AI	GPT-4
2	Large Language Models (LLM)	ChatGPT
3	Generative Neural Networks	Prompt Engineering
4	Transformer Models	Google Bard
5	Model Training	GitHub Copilot
6	Responsible AI	Midjourney
7	Image Generation	Stable Diffusion
8	Hyperparameter Tuning	GPT-3
9	Hyperparameter Optimization	DALL-E
10	Time Series Forecasting	Generative Art

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

En 2023 y a nivel global, dentro de las "competencias de ingeniería en IA", la que experimentó el crecimiento más rápido fue la "IA Generativa", seguida por "Modelos de Lenguaje" y "Redes Neurales Generativas". En tanto, a nivel de las competencias de alfabetismo en IA, las que se desarrollan con mayor rapidez son el "GPT-4", el "ChatGPT" y la "Ingeniería de Prompt".

Los datos de LinkedIn permiten observar que son las "competencias de ingeniería en IA" las que evidencian el crecimiento más rápido durante 2023. **(Ver Tabla 4)**.

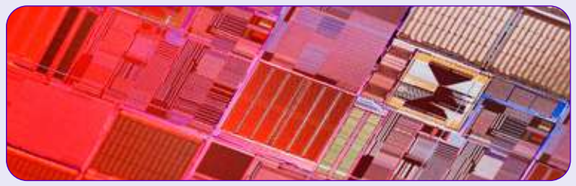


Tabla 4: Competencias de ingeniería en IA con mayor crecimiento interanual (YoY), según país (2023)

Ranking	País									
	Argentina	Brasil	Chile	Costa Rica	México	Uruguay	EE.UU	India	Israel
1	Sentiment Analysis	Speech Recognition	Pattern Recognition	Artificial Intelligence (AI)	Pattern Recognition	Artificial Intelligence (AI)	Large Language Models (LLM)	Large Language Models (LLM)	3D Reconstruction
2	Artificial Intelligence (AI)	Sentiment Analysis	Unsupervised Learning	Pattern Recognition	Unsupervised Learning	Scikit-Learn	Model Training	Model Training	Pattern Recognition
3	Pattern Recognition	Artificial Intelligence (AI)	Statistical Inference	Predictive Modeling	Artificial Intelligence (AI)	Keras	Time Series Forecasting	Time Series Forecasting	Chatbots
4	Decision Trees	Unsupervised Learning	Artificial Intelligence (AI)	Neural Networks	Statistical Inference	Deep Learning	Chatbots	Pattern Recognition	Artificial Intelligence (AI)
5	Convolutional Neural Networks (CNN)	Decision Trees	Decision Trees	Deep Learning	Decision Trees		Artificial Intelligence (AI)	Feature Selection Chatbots	Applied Machine Learning
6	Unsupervised Learning	Pattern Recognition	Neural Networks		Convolutional Neural Networks (CNN)		Generative Adversarial Networks (GANs)	Speech Recognition	Predictive Modeling
7	Algorithm Analysis	Machine Learning Algorithms	Supervised Learning		Supervised Learning		Statistical Inference	Generative Adversarial Networks (GANs)	Unsupervised Learning
8	Artificial Neural Networks	Classification	Convolutional Neural Networks (CNN)		Reinforcement Learning		Pattern Recognition	Unsupervised learning	Generative Adversarial Networks (GANs)
9	Supervised Learning	Statistical Inference	Predictive Modeling		Algorithm Analysis		Algorithm Development	Random Forest	Algorithm Development
10	Neural Networks	Supervised Learning	Natural Language Processing (NLP)		Classification		Chatbot Development		Supervised Learning

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Por razones de muestreo se incluyen sólamente competencias de ingeniería en IA.

La métrica de YoY en la **Tabla 4** indica el aumento experimentado por competencias en IA respecto al mismo período del año anterior.

Se observa que en América Latina y el Caribe las competencias con más crecimiento son habilidades más asociables a la revolución del ML y el DL (reconocimiento de patrones o árboles de decisión aparecen en top 5) impulsada en el norte global tras la aparición de las CNN en AlexNet y la arquitectura de Transformer; mientras que los países que en términos generales lideran los indicadores en materia de desarrollo de IA -como EE.UU, Israel o India- los primeros puestos de crecimiento interanual de las competencias en IA, están ocupados por "Large Language Models (LLM)", "Model Training" y "Time Series Forecasting" y "ChatBots". Del mismo modo, las habilidades más tradicionales como árboles de decisión o random forest no aparecen en el top de crecimiento YoY de las economías avanzadas, lo que refleja cierta madurez donde estas competencias no crecen en la oferta.

Como botón de muestra, la habilidad con mayor crecimiento en el mundo fue "Large Language Models" (grandes modelos de lenguaje), que también aparece en el top 5 de los países del norte global. En América Latina y el Caribe, ningún país muestra esa habilidad con crecimiento significativo en el 2023. El mismo fenómeno es evidenciable con la habilidad de "Model Training" (entrenamiento de modelos), que ranquea segundo lugar para India y EEUU, quinto a nivel global y totalmente ausente en la región. Este rezago puede explicarse debido a las carencias estructurales de la región en términos de cómputo y software. A la fecha, no existe un modelo de lenguaje grande desarrollado en América Latina y el Caribe, por lo que las competencias específicas como entrenamiento de modelos o PLN no tienen una demanda significativa. Este atraso se explica por la inexistencia de capacidad de cómputo apropiado para el desarrollo de esta tecnología.

En ese sentido, la información sobre América Latina es indicativa de la diversidad de ámbitos en los cuales se desarrollan las competencias en IA en el mundo y permite reflejar el atraso que afecta a los países latinoamericanos en esta materia. Las competencias de los países del norte global están estrechamente relacionadas con la revolución que vivimos asociada a los modelos de lenguaje y su desarrollo exponencial, lo que indica que América Latina y el Caribe son seguidores en materia de desarrollo de talento y adquisición de competencias.

Por otro lado, el desarrollo de habilidades se muestra relativamente diferente al comparar los distintos países de la región. El ejemplo de Uruguay es paradigmático, ya que las habilidades con mayor crecimiento salen de la norma y hacen referencia a aplicaciones muy específicas de la tecnología. Por otro lado, de los países de la muestra solo Chile exhibe la habilidad de NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural) en el ranking. Llama la atención la similitud de los patrones de desarrollo de habilidades entre México y Chile por un lado, y su contraste con los visibles en Brasil y Argentina.

Penetración relativa de competencias de IA

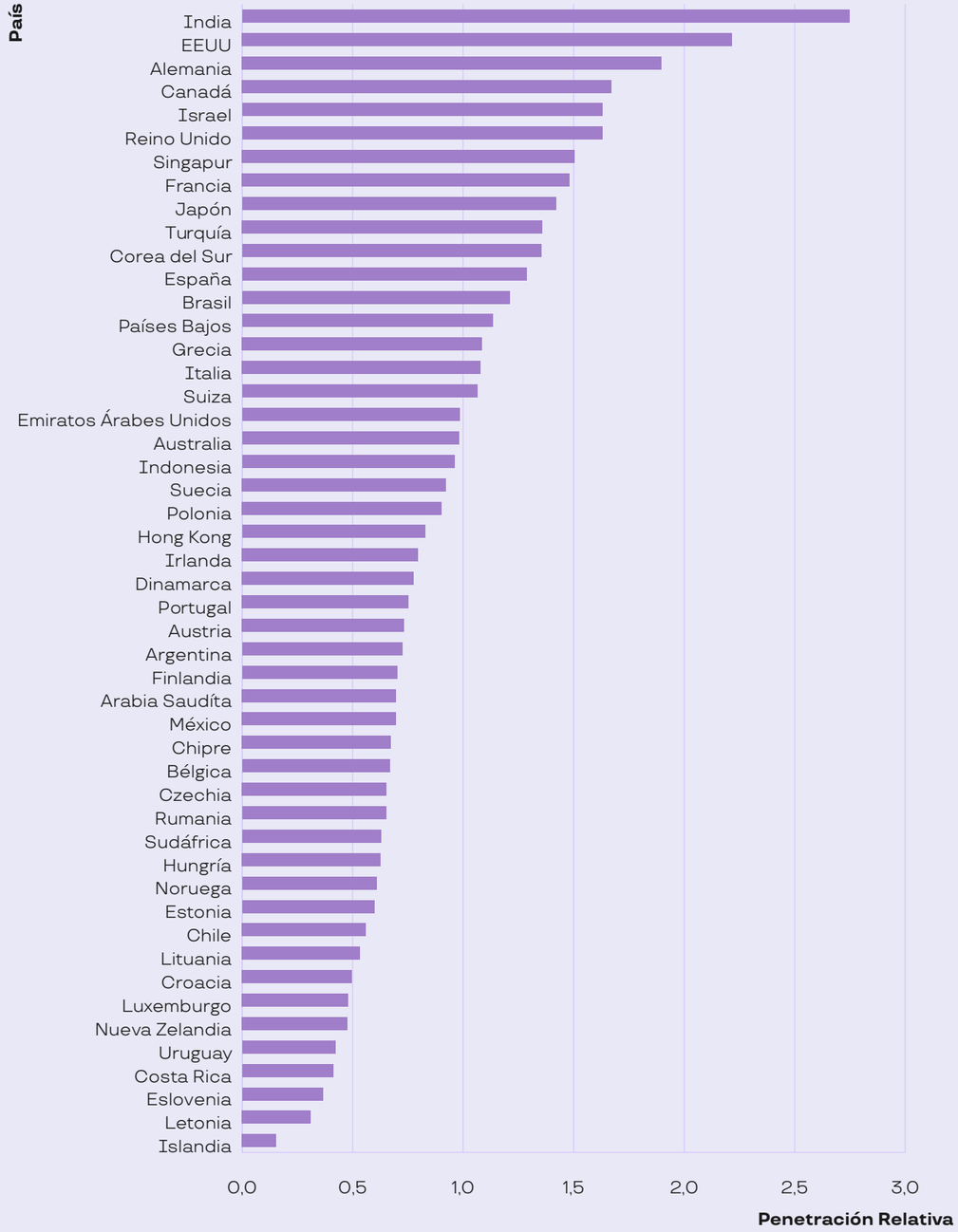
La prevalencia que tienen las competencias en ingeniería de IA en cada país se compara a través del índice de penetración de las competencias de IA. Esta métrica indica la intensidad con la que la fuerza de trabajo utiliza las competencias de IA en sus trabajos.

Para ilustrar esta métrica, pueden considerarse las 50 competencias principales para la ocupación de "ingeniero", las que se calculan en función de la frecuencia ponderada con la que aparecen en los perfiles de los usuarios de LinkedIn. Si cuatro de las competencias que poseen los ingenieros pertenecen al grupo de competencias de ingeniería IA, esta medida indica que la penetración de esas habilidades se estima en un 8% entre los ingenieros (dado que cuatro competencias del total de las 50 corresponden a competencias en IA). Mientras más alta la penetración, mayor el uso de la IA existente en ese campo.

La tasa de penetración relativa de las competencias de IA es una medida de comparación entre países que agregan la penetración de cada competencia en IA a través de las ocupaciones en un país determinado, dividida por la penetración global media de las competencias de IA.

Para situar la penetración de las competencias en IA de un país en relación con otros países se utiliza la media mundial como un punto de referencia. Si la medida de penetración relativa para un país es menor a 1, significa que se encuentra por debajo del benchmark global, y es superior a éste si es mayor a 1. A continuación, se presenta la penetración de las competencias en ingeniería en IA respecto del promedio global, controlando por ocupaciones **(ver Gráfico 5)** y agregando todo el periodo entre 2015 y 2023.

Gráfico 5: Penetración relativa de competencias de Ingeniería en IA (2015-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

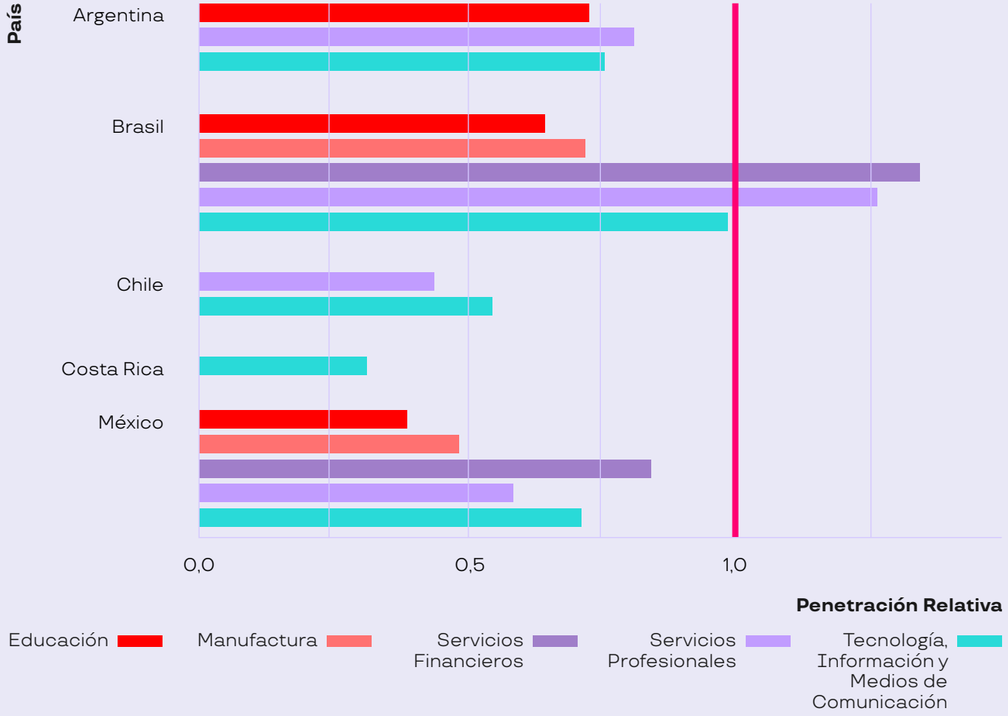
Los primeros lugares ocupados por India y EE.UU. cuentan con una frecuencia de estas habilidades más de dos veces mayor que la media mundial, seguidos por países desarrollados del norte global como Alemania y Canadá. Todos los países de la región están bajo el promedio mundial, a excepción de Brasil. Respecto de los países latinoamericanos, se observa que México cuenta con una penetración relativa de 0,695, mientras que Chile (0,561), Uruguay (0,421) y Costa Rica (0,411) están entre los 10 países de la muestra con los menores niveles de penetración de competencias en IA en su fuerza laboral,

Cabe considerar que el ranking no se encuentra liderado por la primera economía mundial (EE. UU.) , sino que por India. El país del subcontinente asiático se ha caracterizado, en los últimos años, por demostrar desarrollo productivo cuya trayectoria refleja un énfasis en la innovación y la tecnología, lo que refleja que existen oportunidades para los países de la región a través de políticas públicas bien enfocadas.

La posición de los países que conforman la muestra para América Latina entre los 49 países analizados a nivel global, da cuenta de la baja penetración de las competencias en IA en la región. Solo en Brasil (1,21) la penetración de competencias es mayor que la media mundial respecto del mismo conjunto de ocupaciones. Y en relación a América Latina y el Caribe también es el que mejor desempeño muestra en este indicador: ocupa el lugar 13, mientras que el resto de los países de América Latina se ubican por debajo del lugar 27.

La penetración relativa de competencias en IA según país también se observa a nivel de los distintos sectores productivos. En el caso del sector "Tecnología, Información y Medios" la muestra contempló 39 países, entre ellos cinco latinoamericanos **(ver Gráfico 6).**

Gráfico 6: Penetración relativa de Competencias en IA según sector productivo (2015-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. La tabla sólamente incluye competencias en ingeniería en IA.

Al observar la penetración relativa de las competencias en IA según sector productivo se aprecia que no existen datos para todos los sectores productivos de los países analizados.

Brasil cuenta con dos sectores productivos con niveles mayores al promedio mundial en materia de penetración relativa de competencias en IA. Mientras tanto, el resto de los sectores de los países que componen la muestra se encuentran por debajo de la media mundial en este indicador.

"Tecnología, información y Medios de Comunicación" es el único sector que permite comparación entre todos los países de la región por disponibilidad de datos. En Brasil es de 0,986, lo que significa que la penetración media de las competencias de IA en ese país es marginalmente inferior a la media mundial en el mismo conjunto de ocupaciones de ese sector productivo. A su vez, Argentina, México, Costa Rica y Chile también cuentan con una penetración de las competencias en IA en ese sector productivo por debajo de la media mundial.

Las competencias en IA que son agregadas por los usuarios de LinkedIn a sus perfiles pueden ser puestas en práctica en múltiples ocupaciones, pero existen algunas ocupaciones en las que saber IA es excluyente para realizarlas: se trata de tipos de trabajos como ingenieros en "Machine Learning", especialistas en IA o científicos de datos, entre otros. Estas son las denominadas ocupaciones únicas.

La cantidad de ocupaciones únicas de IA para cada sector productivo, es un indicador clave para entender el desarrollo de la IA en los mercados laborales de los países. El número de ocupaciones únicas en IA permite entender el nivel de sofisticación en términos de Inteligencia Artificial para cada sector económico determinado: mientras más ocupaciones únicas existan en la industria, más madura se aprecia esa industria en términos de IA. Para ilustrar esto, a continuación se aborda el caso del sector "Tecnología, Información y Medios de Comunicación" a nivel global **(ver Tabla 5)**.

Tabla 5: Penetración relativa de Competencias en IA y número de Ocupaciones Únicas en IA por país, sector "Tecnología, Información y Medios de Comunicación", según país (2015-2023)

País	Penetración relativa de competencias en IA	Número de ocupaciones (únicas) con competencias en IA en el país
India	2,44148	94
EE.UU	2,21256	93
Israel	1,45671	28
Canadá	1,44612	40
Alemania	1,44409	39
Corea del Sur	1,23955	15
Turquía	1,23687	19
Reino Unido	1,22916	44
Japón	1,19983	21
Singapur	1,18712	22
Francia	1,13497	20
España	1,00889	21
Brasil	0,98607	20
Hong Kong SAR	0,9465	9
Australia	0,93475	14
Emiratos Árabes Unidos	0,87517	10
Dinamarca	0,87214	9
Bélgica	0,85303	7
Polonia	0,84084	12
Suecia	0,82911	14
Países Bajos	0,82566	14
Irlanda	0,8056	9
Noruega	0,80427	9
Grecia	0,80348	9
Suiza	0,7796	14
Argentina	0,75596	8
Italia	0,72875	15
Rep Checa	0,72861	8
México	0,71404	10
Sudáfrica	0,67701	6
Finlandia	0,67182	10
Rumania	0,64755	9
Hungría	0,62829	7
Portugal	0,61789	9
Indonesia	0,6144	11
Chile	0,54644	8
Austria	0,52318	8
Nueva Zelanda	0,38458	5
Costa Rica	0,31277	5

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. La tabla sólamente incluye competencias en ingeniería en IA.

Dentro del período de medición (2015-2023), Brasil cuenta con 20 ocupaciones únicas con competencias en IA, superando inclusive a países con una penetración relativa mayor, tales como Corea del Sur y Turquía.

Si se analiza esta métrica en "Manufactura y Servicios Financieros", los datos disponibles para países latinoamericanos son escasos. Los países que sí cuentan con ocupaciones únicas en IA se limitan a México y Brasil, los que detentan una sofisticación económica por sobre el promedio regional, con un importante peso relevante en el PIB regional y una cantidad significativa de habitantes.
En materia de penetración relativa, Brasil ocupa el primer lugar regional con creces, demostrando una posición dentro del primer tercio de países a nivel global en materia de competencias en IA, pero también evidenciando una cantidad importante de ocupaciones únicas con competencias en IA en varios sectores productivos, al mismo nivel que Alemania en el sector de los servicios financieros.

A nivel global, India y EE.UU. son punteros en penetración relativa en competencias de IA, evidenciando su posición en este ámbito en los últimos años. La escala y el nivel de penetración, así como también el número de ocupaciones únicas con competencias en IA, superan con creces a los países que los siguen en el ranking.

Migración de talentos

El estado de avance de la fuerza de trabajo en IA latinoamericana se refleja en los indicadores de presencia relativa y penetración de habilidades observados anteriormente. Sin embargo, se debe analizar teniendo considerando el fenómeno de atracción importante de capital humano dotado de competencias en IA desde el norte global.

La Inteligencia Artificial y la migración son un tema de creciente interés, dado el carácter globalizado que tiene este proceso de difusión tecnológica, y la demanda mundial por mano de obra especializada en este campo. Desde 2019, es posible analizar los fenómenos migratorios de la fuerza laboral a través de los datos de LinkedIn, utilizando la localización declarada por los usuarios. Para ello, se toma en cuenta la migración relativa de talento en IA a nivel global[5].

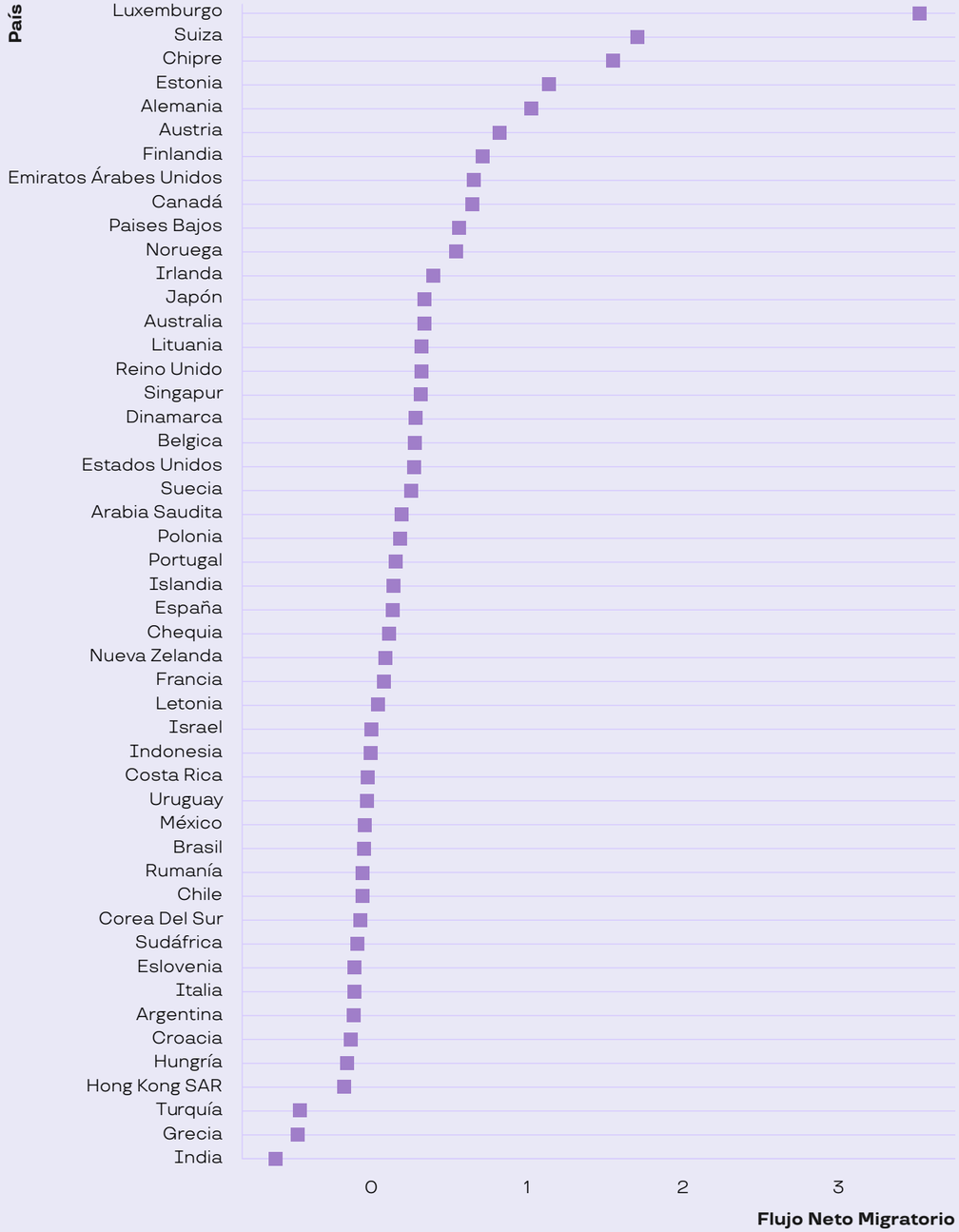
Para calcular las tasas de migración se siguen las ubicaciones indicadas en los perfiles de los usuarios de la red desde 2019. Por ejemplo, cuando un miembro de LinkedIn actualiza su ubicación de San José de Mariquina en Chile a San Francisco en EE.UU, esto se cuenta como una migración. Para comparar los flujos migratorios entre países de manera equilibrada, estos se normalizan para el país de interés considerando el volúmen de su mercado laboral[6].

Los datos proporcionan información sobre el talento de IA ganado o perdido a nivel país debido a las tendencias migratorias **(ver Gráfico 7)**. Los valores sobre 0 indican un flujo neto positivo, es decir, que la nación atrae más talento del que se va, mientras que un flujo neto negativo es menor a 0 y refleja que ésta pierde más talento del que atrae.

5. Los datos sobre migración proceden de la asociación “Datos digitales para el desarrollo” del Grupo del Banco Mundial y LinkedIn (véase y Zhu et al. 2018).

6. Por ejemplo, si el “País A” es el país de interés, todos los flujos netos absolutos hacia y desde el ”País A” -independientemente de los países de origen y destino- se normalizan en función de la membresía de LinkedIn en el “País A” al final de cada año y se multiplican por 10.000. Por lo tanto, esta métrica indica la migración relativa de talento desde y hacia todos los países hacia el “País A”

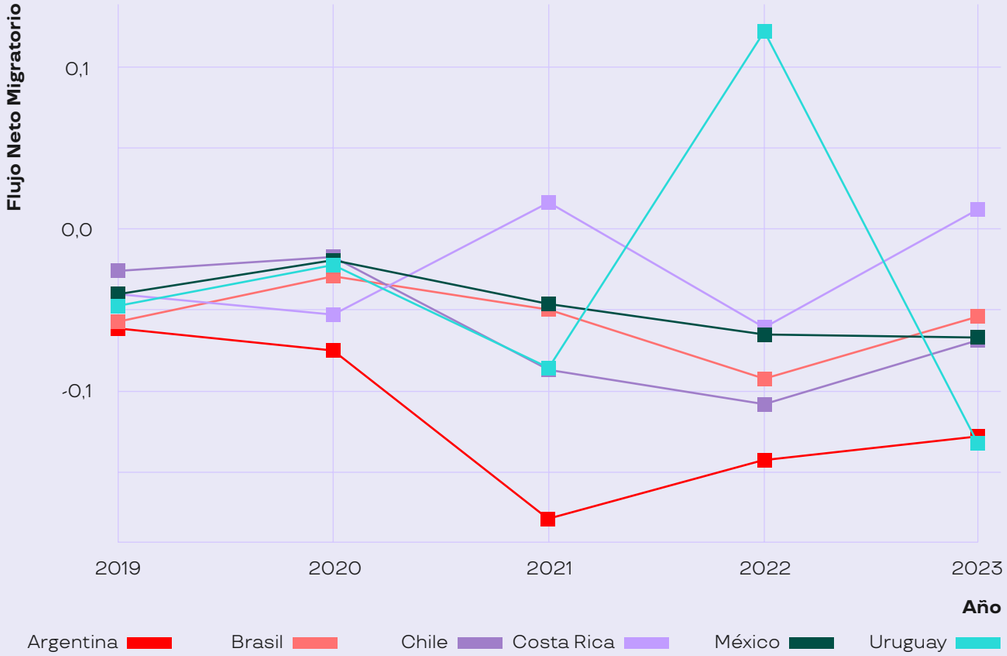
Gráfico 7: Migración de Talento en IA (flujo neto promedio, 2019-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

El promedio del flujo migratorio de talento en IA en los últimos cinco años para los países de América Latina es negativo, formando parte del grupo de aquellos cuyo talento en IA en ingeniería tiende a emigrar. Los países de la región que componen la muestra (AR, BR, CL, CR, MX, UR) registran flujos netos (entradas menos salidas) negativas **(ver Gráfico 8)**.

Gráfico 8: Migración de Talento en IA en Latinoamérica (flujo neto, 2019-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

Junto con los desafíos asociados a la formación de talento en IA, los países de la región se enfrentan crecientemente al desafío de retención, dado que en términos migratorios no se perfilan como atractores de talento en IA. Se observa que para todos los países latinoamericanos que componen la muestra de LinkedIn, el flujo migratorio negativo se ha incrementado en al menos el doble, menos para Brasil, que se ha mantenido estable en los últimos cinco años.

En 2023, Argentina muestra una tendencia negativa y registra un flujo neto de talentos en IA de -0,13, mostrando una leve mejoría en relación a los últimos dos años. Uruguay tuvo un flujo similar, pero con una caída significativa entre 2022 y 2023, que fue el único año con flujo positivo. Brasil cuenta con la menor variación en su flujo migratorio en la región, con un flujo negativo permanente. En 2023, el país registró un flujo de talentos de IA de -0,07.

Costa Rica, por su parte, es el único país de la región que evidenció un flujo de talentos en IA positivo, de 0,01 por cada 10.000 usuarios de la red social. Desde que se mide este indicador (2019). En el caso de Chile, en el año 2023 se registró un flujo talentos en IA de -0,07 por cada 10.000 usuarios de la red social, al igual que México,

Los datos arrojan que los países con el mayor flujo neto negativo en 2023 fueron Turquía (-0,395), Israel (-0,573) y la India (-0,758). Esto llama la atención en el sentido que se trata de tres contextos en los cuales los mercados con niveles disímiles de desarrollo, lo que lleva a preguntarse por los factores de empuje de talento en IA de estos países. Por otro lado, los que cuentan con la mayor tasa positiva de flujo neto de talento en IA son Luxemburgo (3,674), Suiza (1,602) y los Emiratos Árabes Unidos (1,479). Pareciera ser que contar con un ecosistema de alta sofisticación y penetración relativa de habilidades no garantiza la retención de talentos, como exhiben los casos de Israel o India.

Las causas que estructuran estos procesos son complejas y no se pueden reducir a un único factor, ya que en éstas interactúan la estructura de oportunidades, la tasa de formación de profesionales de IA, las condiciones de vida y los regímenes migratorios de los países. A partir de los datos disponibles, el análisis del flujo neto de migración revela que la movilidad de talentos en IA tiene una clara direccionalidad, con la existencia de polos situados en el norte global que concentran la atracción de talentos especializados en esta área.

La brecha de género en la fuerza laboral de la IA

En la versión anterior del ILIA, ya se indicaba la existencia de una brecha de género en el ecosistema de investigación de Inteligencia Artificial. Para comprender el desarrollo de la IA resulta de suma importancia analizar la sub-representación femenina dentro de la composición del talento en este sector, desafío que se aborda a continuación

A nivel global, en 2023 la representación femenina en el talento en "Ingeniería en IA" [7] alcanzaba el 26,84%, habiendo registrado un alza de dos puntos porcentuales desde 2016 **(ver Tabla 6)**.

Tabla 6: Distribución de Competencias en IA a nivel global, según género (2016-2023)

Año	Competencias en Ingeniería en IA		Alfabetización en IA	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
2016	24,90%	75,10%	sin datos	sin datos
2017	24,89%	75,11%	sin datos	sin datos
2018	24,81%	75,19%	sin datos	sin datos
2019	24,91%	75,09%	sin datos	sin datos
2020	25,33%	74,67%	sin datos	sin datos
2021	25,94%	74,06%	sin datos	sin datos
2022	26,36%	73,64%	23,53%	76,47%
2023	26,84%	73,16%	22,42%	77,58%

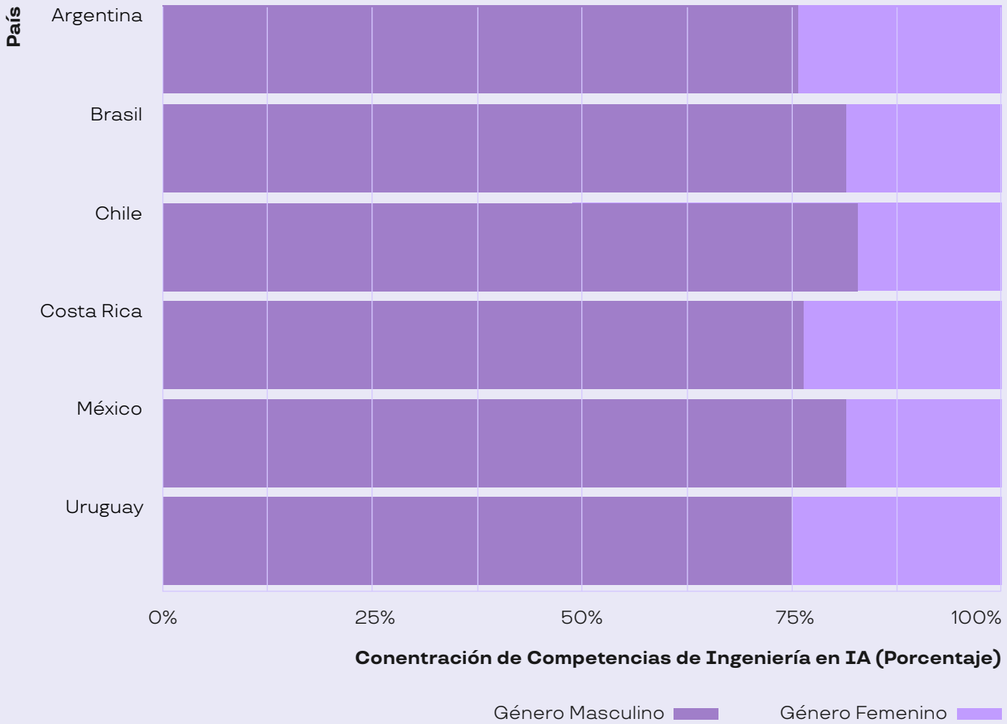
Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn. Se incluyen países con más de 100 mil usuarios y >=67% de cobertura de brecha de género.

7. La muestra LinkedIn toma en cuenta aquellos países en los cuales más de dos tercios de la fuerza de trabajo indica su género.

Al analizar esta tendencia según sector productivo se observan variaciones sectoriales, las cuales no obstante no dejan de dejar patente la magnitud de la brecha de género. En el sector de los servicios profesionales, por ejemplo, a nivel global la representación femenina también ha crecido desde un 24,1% en 2016 hasta 26,4% en 2023.

A continuación se revisan datos actuales sobre la subrepresentación femenina en el contexto de América Latina. Al observar la distribución del talento de ingeniería en IA según género en la región, la sobrerrepresentación de hombres se vuelve notoria **(ver Gráfico 9)**.

Gráfico 9: Distribución del Talento en IA según género: competencias de ingeniería en IA (2023)

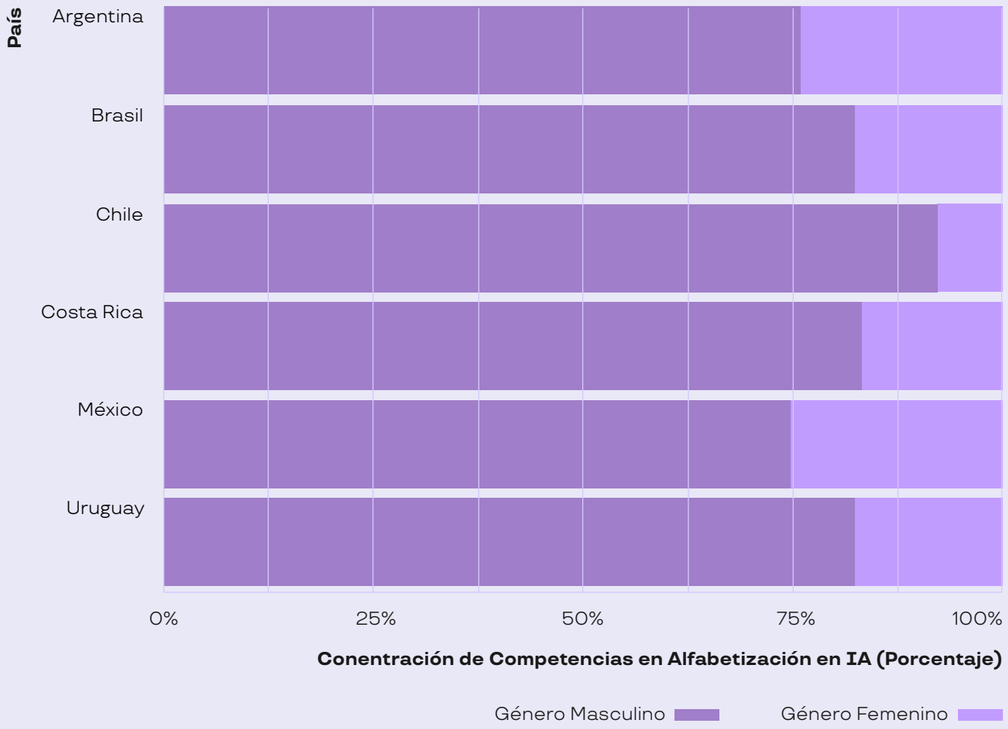


Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

El porcentaje de representación femenina dentro del talento en IA en 2023 varía entre 17,18% en Chile, el nivel más bajo en la región, hasta Uruguay, que ocupa el porcentaje más alto con 24,97%. El gráfico arroja que pese a lo leves de las variaciones de la representación femenina en América Latina, la presencia de competencias de ingeniería en IA entre las mujeres, es desproporcionadamente baja en los países de la región.

Los datos en los países latinoamericanos seleccionados, también permiten observar la manera en la que se distribuye de la representación según género del talento en IA a nivel de las competencias de alfabetización en IA **(ver Gráfico 10)**.

Gráfico 10: Distribución del Talento en IA según género: Competencias de Alfabetización en IA (2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

El gráfico ocupa datos de 2023, y arroja notorias disparidades en la representación femenina en materia de talento en IA, observado según las competencias de alfabetización en IA, las cuales son aún más pronunciadas que en el caso de las competencias de ingeniería.

El porcentaje de representación femenina dentro del talento en IA con competencias en ingeniería en IA en Chile es un 7,6%, el nivel más bajo de los países latinoamericanos de la muestra. Mientras que Uruguay ocupa el primer lugar en cuanto a representación porcentaje de talento en IA con competencias de ingeniería en IA, a nivel de las competencias de alfabetización alcanza 17,65%. Mientras tanto, México aparece como el país latinoamericano con mayor representación femenina en este indicador, alcanzando 25,19%.

La subrepresentación femenina que actualmente caracteriza la distribución del talento en IA en los mercados laborales de los países analizados plantea preguntas que actualmente han dado paso a discusiones de política pública para cerrar la brecha de género en esta área. En concreto, se proyecta generar estrategias y medidas sectoriales para que el potencial de este segmento de la población también pueda expresarse en el talento en IA.

Principales competencias en IA

Para que la incorporación de la IA en los procesos productivos sea beneficiosa para los países, es necesario que la fuerza de trabajo adquiera competencias específicas asociadas a la IA. En el siguiente capítulo se muestra el despliegue de este proceso, con sus distintas intensidades y las asimetrías entre las regiones del globo que lo caracterizan. Las competencias de ingeniería en IA se refieren a la construcción de herramientas de IA, y comprenden un rango variado de técnicas y modelos en aprendizaje de máquinas y en Inteligencia Artificial (IA).

A continuación, se presentan las "competencias de ingeniería en IA" que los usuarios de LinkedIn de una selección de países, añadieron, con mayor frecuencia, en el período comprendido entre 2015 y 2023 **(ver tabla 7).**

Tabla 7: Competencias de Ingeniería en IA, según país (2015-2023)

Ranking	País						Global
	Argentina	Brasil	Chile	Costa Rica	México	Uruguay	
1	Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)	Artificial Intelligence (AI)	Machine Learning
2	Machine Learning	Machine Learning	Machine Learning	Machine Learning	Machine Learning	Machine Learning	Artificial Intelligence (AI)
3	Deep Learning	Deep Learning	Deep Learning	Generative AI	Deep Learning	Deep Learning	Deep Learning
4	Generative AI	Generative AI	Generative AI	Deep Learning	Generative AI	Generative AI	Natural Language Processing (NLP)
5	Image Processing	Natural Language Processing (NLP)	Predictive Modeling	Natural Language Processing (NLP)	Natural Language Processing (NLP)	TensorFlow	Computer Vision
6	Scikit-Learn	Computer Vision	Natural Language Processing (NLP)	Predictive Modeling	Image Processing	Scikit-Learn	TensorFlow
7	Natural Language Processing (NLP)	Chatbots	Neural Networks	Large Language Models (LLM)	Computer Vision	Natural Language Processing (NLP)	Image Processing
8	TensorFlow	Scikit-Learn	Machine Learning Algorithms	Microsoft Azure Machine Learning	TensorFlow	PyTorch	PyTorch
9	Supervised Learning	TensorFlow	Supervised Learning	Image Processing	Scikit-Learn	Computer Vision	Scikit-Learn
10	Computer Vision	Machine Learning Algorithms	TensorFlow	Scikit-Learn	Predictive Modeling	Keras	Predictive Modeling

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

En la **Tabla 7** se aprecia que en el periodo entre 2015 a 2023, las competencias en ingeniería de IA más comúnmente añadidas por los usuarios de LinkedIn a nivel regional están relacionadas con los modelos de aprendizaje, específicamente, "Machine Learning", "AI Learning" y el "Deep Learning". Esto refleja el auge que han tenido estos modelos en el tiempo reciente al figurar como competencias en IA en la fuerza de trabajo de los países. Si se observa las competencias en ingeniería de IA añadidas con más frecuencia a nivel de los países latinoamericanos durante el período entre 2015 y 2023, los usuarios de LinkedIn añadieron la "Inteligencia Artificial", el "Aprendizaje de Máquinas" y el "Aprendizaje Profundo". Estas tendencias a nivel global deben analizarse considerando el crecimiento explosivo de la IA generativa experimentado a nivel global a partir de 2022.

Por otro lado, y también dentro de las competencias en IA que ha desarrollado la fuerza laboral en el último tiempo, están las "competencias en IA generativa ", referidas a las habilidades que tienen los trabajadores para usar e integrar a sus quehaceres las herramientas de IA generativa. El desarrollo de estas competencias da paso al concepto de "alfabetización en IA", cuyo detalle está resumido, según relevancia en el tiempo reciente y para los países de la región, en la **Tabla 8.**

Tabla 8: Competencias de Alfabetización en IA, según país (2015-2023)

Ranking	País								
	Argentina	Brasil	Chile	Costa Rica	México	Uruguay	EE.UU	Israel	India
1	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT	ChatGPT
2	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering	Prompt Engineering
3	GPT-4	Midjourney	GPT-4	GPT-4	GPT-4	GPT-4	GPT-4	GPT-4	GPT-4
4	Midjourney	GPT-4	Midjourney	GPT-3	GPT-3	GPT-3	GPT-3	Stable Diffusion	GPT-3
5	GPT-3	GPT-3	GitHub Copilot	GitHub Copilot	Midjourney	Midjourney	Stable Diffusion	Midjourney	Stable Diffusion
6	Stable Diffusion	Stable Diffusion	GPT-3	Midjourney	Stable Diffusion	DALL-E	Midjourney	GPT-3	Google Bard
7	DALL-E	GitHub Copilot	DALL-E	Stable Diffusion	DALL-E	Stable Diffusion	DALL-E	DALL-E	Midjourney
8	Google Bard	DALL-E	Generative Art		Google Bard		Generative art	Generative art	GitHub Copilot
9	GitHub Copilot	Google Bard	Stable Diffusion		GitHub Copilot		GitHub Copilot	GitHub Copilot	DALL-E
10	Generative Art	Generative Art	Google Bard		Generative Art		Google Bard	Google Bard	Generative Art

Fuente: Elaboración propia en base a datos de LinkedIn.

En la **Tabla 8**, se presentan las competencias de "alfabetización en IA" añadidas con mayor frecuencia por los usuarios de LinkedIn entre 2015 y 2023 en los países latinoamericanos de la muestra. Una parte de ellas, se agregaron después de 2021, lo que da cuenta del dinamismo del sector y de la masiva irrupción de Chat-GPT en 2022.

En los primeros lugares de la tabla destacan las competencias en IA tales como la "Ingeniería de Prompt", el "Manejo de Chatbots" y la "Generación de imágenes" a partir de descripciones de texto. Se trata de habilidades que han ido ganando relevancia de forma diferenciada, de acuerdo a cada tipo de profesión y sector productivo.

Cabe destacar que entre las "competencias en IA generativa" añadidas con mayor frecuencia por la fuerza de trabajo en el período señalado, son "Chat GPT", "Ingeniería de Prompt", y "Midjourney", lo que probablemente determine la rapidez con que la IA impactará la productividad y la competitividad de las economías locales. Ello, porque existe una estrecha relación entre el nivel de adopción de las herramientas de IA y las ventajas económicas de un país.

Informe

Impacto económico de la IA en la fuerza de trabajo: Marco de análisis y resultados para Chile

Marco de análisis

Las revoluciones tecnológicas, como la que estamos atravesando, generan transformaciones difíciles de dimensionar en materia económica, social y cultural. Imaginemos por un momento que estamos en 1999, justo antes de la caída de las *puntocom* y debemos pensar en las que serán las principales empresas desde el año 2010 en adelante. Probablemente Google, Amazon, Meta o AliBaba ni siquiera habrían aparecido en nuestra imaginación.

Modelos de negocios basados en datos no eran fácilmente concebibles y su impacto en la manera de generar valor, en las relaciones humanas, en el consumo y en la democracia, eran materia de ciencia ficción. Imaginar el impacto de las revoluciones en los albores de las mismas es una alquimia difícil de manejar, pues depende de innumerables factores y sobre todo de la capacidad de innovación y creatividad humana.

Pese a todo lo anterior, a fines del siglo pasado ya podíamos pensar que los negocios por Internet tendrían un impacto en la economía. El auge de las *puntocom* y el éxito de varias de ellas permitía proyectar, al menos, el aumento de la demanda por desarrolladores de software, administradores de sistemas, o microcomponentes para computadores personales, entre otros. Con cierto margen de error, la técnica de ese entonces nos ofrecía la posibilidad de estimar el impacto económico de la transformación que estábamos viviendo.

Después de dos décadas, nuestra capacidad de estimar este impacto ha mejorado parcialmente. Parcialmente, pues sigue siendo un ejercicio de futurología apostar por cuál será la empresa más valiosa en el 2034. La IA generativa apenas comienza a penetrar en la economía, y aunque de manera muy incipiente, nos permite estimar el impacto económico con la información que manejamos.

Es posible que la frase "impacto de una revolución tecnológica" traiga a la mente un elemento presente en todos los procesos anteriores, desde la revolución industrial hasta hoy: la automatización y reemplazo de la fuerza de trabajo. El imaginario colectivo asocia -con razón- que los cambios tecnológicos acarrean un impacto en el empleo, ya sea a través de la necesidad de nuevas competencias y habilidades o de la destrucción de fuentes laborales producto de la incorporación de autómatas en los procesos productivos.

Por primera vez, enfrentamos una tecnología que mimetiza al humano en capacidades que hasta ahora consideramos inherentes a nuestra especie, como la creatividad, el aprendizaje, la reflexión y el razonamiento. De esta forma, las máquinas parecieran tener el potencial de reemplazar no sólo a trabajadores manuales que realizan operaciones repetitivas a lo largo de una línea de producción, sino también a quienes ejecutan trabajos intelectuales y creativos, que van desde gerentes generales hasta escritores o redactores publicitarios. El potencial de los modelos de lenguaje en ese sentido es estremecedor.

Pero la anterior es una visión miope y poco rigurosa sobre la forma en cómo funciona el trabajo humano. Generalmente, éste se analiza respecto de las ocupaciones o cargos, obviando el hecho de que cada rol al interior de una organización se compone de una serie de tareas interdependientes. Éstas constituyen una unidad de análisis mucho más granular y eventualmente sencilla de evaluar si

se piensa en el potencial impacto de la IA generativa por dos motivos: el primero, es que permite diferenciar la importancia que tiene cada tarea en una ocupación y el segundo, es que permite estimar con precisión el tipo de impacto que tiene la IA generativa en esa función en particular.

Metodología

La metodología para realizar esta estimación, se trabajó con Workhelix -una organización fundada por los académicos Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, autores del bestseller *Race against the machine*- y se basa en la estimación de impacto propuesta en el paper "GPT´s are GPT´s"[8]. Esta aproximación propone analizar la influencia de la IA de forma granular, tarea por tarea.

Siguiendo esta línea de argumento, podemos pensar en una versión simplificada de un *intermediario de insumos para restaurantes,* que tiene cuatro tareas a su haber en una jornada de 42 horas semanales: i) hablar con clientes, ii) cotizar y negociar insumos, iii) preparar propuestas comerciales y iv) preparar reportes para su jefatura. Es razonable pensar que la mayor parte de su jornada -imaginemos un 50%- la dedica a interactuar con clientes, es decir, 21 horas. A la cotización y negociación, además de las propuestas comerciales, que son relevantes pero menos, cada una con un 20%. Y a los reportes, un 10%, equivalente a 4,2 horas.

A modo conceptual, el ejemplo anterior establece el marco de análisis para el cálculo del impacto económico y el bienestar. Las horas semanales o mensuales son aparejadas a un monto monetario asociado a la renta de cada trabajador o trabajadora. Si el mismo intermediario del ejemplo anterior tuviese un salario de 840 dólares, significa que cada hora de trabajo tendría un valor de 5 dólares. Si la incorporación de la IA generativa tiene un impacto, éste será el resultado de la cantidad de horas ahorradas gracias a la aplicación por el valor de la hora de ese trabajador.

Para evaluar la exposición a la tecnología de cada tarea se plantea la siguiente pregunta:

¿Puede la IA generativa reducir a la mitad el tiempo destinado en esta tarea sin sacrificar calidad?

La respuesta a esta pregunta viene dada por un panel de expertos y estimaciones realizadas con el apoyo de modelos LLM (*Large Language Model*, por sus siglas en inglés), que comparan el desarrollo de la IA generativa disponible y la naturaleza de las tareas que se desarrollan. Dependiendo de la respuesta, la tarea es calificable en alguno de los siguientes tres segmentos:

a) No, la IA generativa no reduce el tiempo destinado en la mitad, y si lo hace, es a costa de calidad.
b) Sí, la IA generativa reduce el tiempo destinado a esa tarea a la mitad sin sacrificar calidad.
c) Sí, la IA generativa reduce el tiempo destinado a esa tarea a la mitad sin sacrificar calidad, pero son necesarios herramientas de software adicionales para lograrlo.

Al juntar estas aproximaciones -por un lado, la importancia relativa de cada tarea y su valor monetario estimado y, por otro, la exposición de cada labor a la IA generativa- contamos con un marco conceptual que ofrece una estimación del impacto de esta tecnología en la economía a través del mercado del trabajo. Este primer acercamiento del potencial de la IA generativa en el mercado laboral, abre una agenda de trabajo de largo plazo y colaborativa que nos permite enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades de esta nueva tecnología.

Aplicación en Chile y resultados.

El Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA) junto con Futuro del Trabajo Sofofa Capital Humano, el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) y el Ministerio del Trabajo, prepararon los datos para abastecer el modelo expuesto en la metodología. Aprovechando fuentes de información pública, se identificó las 100 ocupaciones que emplean a la mayor cantidad de personas en Chile y se realizó una descripción detallada de éstas, junto a las tareas que las componen. Estos datos permitieron a Workhelix realizar estimaciones sobre la base de la metodología explicada anteriormente.

Los resultados de esta pesquisa de ocupaciones permitió la estimación del impacto de la IA generativa en 5.690.000 trabajadores y trabajadoras de Chile, equivalente al 62% de los empleados del país. Cada ocupación fue descrita de acuerdo a los criterios anteriormente expuestos y se calculó el salario anual promedio de acuerdo a la información estadística disponible.

El monto total de la valorización del tiempo de los trabajadores dedicado a actividades que podrían acelerarse por la IA generativa, es de 1.2 puntos del PIB. El impacto que esta aceleración tendría en la economía depende de cómo se usa efectivamente ese tiempo. A la vez, las ocupaciones con mayor potencial para aumentar su valor usando la IA generativa son:

· Profesionales de la administración pública, con 84% de las tareas identificadas capaces de acelerarse usando IA generativa.
· Desarrollador de software, con 82% de las tareas.
· Analista de sistemas, con 80% de las tareas
Secretarias médicas, con 76% de las tareas
· Asesores previsionales y abogados, con 72% de las tareas.
· Contadores; contadores auditores; asesores y profesionales de marketing; profesores de educación básica, media y superior; y ayudantes de investigación, con un 71% de las tareas identificadas capaces de mejorar usando IA generativa.

De este grupo, cabe destacar el efecto concreto que podría tener en la labor docente. Según el estudio, la incorporación de IA generativa, especialmente en el trabajo no lectivo de los profesores -es decir, la preparación de clases y material docente-, podría significar un impacto directo de 258 millones de dólares al año y en más de 210 mil profesionales de este rubro y de distintos niveles. Por otro lado, el potencial que tiene la IA generativa para crear valor público a través de su impacto en la calidad de los servicios estatales, liberando de algunas tareas a profesionales de la administración pública, excede con creces el impacto financiero estimado.

A diferencia de otras revoluciones, en ésta se aprecia un impacto importante en trabajos relativamente mejor remunerados y que requieren un nivel de educación más alto, sin embargo es importante tener en cuenta que la IA impactaría ciertas tareas del trabajo pero no el trabajo completo, lo que abre una posibilidad para rediseñar las funciones de ciertas ocupaciones.

De los datos obtenidos, se observa que existen ocupaciones donde el uso de la tecnología no parece tener un impacto significativo. Destacan en esa lista los operadores de buses (2% de las tareas son potenciables), auxiliares de aseo, kinesiólogos y quiroprácticos (6% de las tareas), pintores y albañiles (18% de las tareas) o empaquetadores (19% de las tareas). La naturaleza de estas ocupaciones hace que el potencial impacto de la IA generativa sea marginal y, por lo tanto, la oportunidad de mejorar sus condiciones de trabajo en la actualidad, dado el estado de la técnica, sea escaso.

La economía chilena lleva una década de estancamiento en la productividad. La IA generativa probablemente no vaya a resolver problemas estructurales, pero la evidencia es robusta en cuanto a mostrar el potencial que tiene para mover la aguja en la dirección correcta. Transformar este potencial en una oportunidad concreta de mejorar la calidad de vida de millones de trabajadores depende no sólo de la curiosidad e interés de las personas individuales, sino que también de la capacidad del Estado y de las empresas para desarrollar espacios de alfabetización en IA, que derriben prejuicios sobre la tecnología y al mismo tiempo entreguen herramientas concretas para aprovechar su potencial.

8. Eloundou, Tyna, Sam Manning, Pamela Mishkin, and Daniel Rock. "GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs." Science 384, no. 6702 (2024): 1306-1308

CAPÍTULO_D

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y ADOPCIÓN

D.1 Principales Hallazgos

Ecosistemas en maduración
Más allá de las diferencias de magnitud, todos los países cuentan con al menos dos investigadores consistentes en IA, 11 de los 19 presentan centros de investigación en IA dependientes de alguna universidad o privado. A ellos se suma el aumento del número de publicaciones promedio en relación al año anterior. Todas razones por las cuales, se puede apreciar cierta maduración en los ecosistemas locales..

Una brecha de investigación
Persisten las diferencias en términos de cantidad e impacto de publicaciones, así como en el tamaño relativo del ecosistema entre los países que lideran en puntaje y el resto de la región. La presencia de mecanismos concursables para el financiamiento público de la actividad científica pareciera tener un impacto significativo en los indicadores de productividad y calidad.

¿Dónde están los latinooooos?
La presencia de autores de América Latina y el Caribe en las principales conferencias de la disciplina es casi inexistente. En las ocho conferencias más importantes de la disciplina (ACL, CVPR, NeurIPS, EMNLP, ICCV, AAAI, ICLR y ICML) el 0,23% de las publicaciones se generaron en la región (39) y solo el 0,11% de los participantes en los *main tracks* son autores locales.

Atajos para sortear la brecha de género
La participación de mujeres en materia de investigación en IA presenta cifras robustas en algunos países, pero la variabilidad en los puntajes refleja que en gran parte de la región estos esfuerzos son insuficientes, e incluso insignificantes. Comprender las mejores prácticas llevadas a cabo en lugares que han reducido la brecha es clave para promover la asociatividad y el impacto de las políticas institucionales y nacionales.

La importancia de la matriz económica
La caracterización económica de cada país, así como las políticas públicas subyacentes, tienen un impacto directo en la capacidad de adopción de IA. Mientras que los países más liberales -como Chile, Uruguay y Costa Rica- muestran mejores niveles de entorno emprendedor, inversión privada y aparición de startups, los países más industrializados y competitivos en el mercado global -entre los que se cuentan México y Brasil, - exhiben mejores tasas de patentamiento, trabajadores de alta tecnología, empresas unicornio y de fabricación de tecnología de punta. Estas diferencias estructurales inciden en los mecanismos a través de los cuales la IA se integra en la economía, su velocidad de adopción y sus características.

Una comunidad en expansión

La comunidad *OpenSource* en IA sigue creciendo y de manera dinámica. Panamá lidera en producción, superando a Uruguay en relación al año pasado, seguido por Costa Rica y República Dominicana. En términos de calificaciones, la comunidad charrúa es significativamente más apreciada, probablemente impulsada por un ecosistema de larga data.

Nuevos socios de colaboración

La importancia relativa de las colaboraciones con LATAM, USA y Europa pasa de un 82,27% a un 72,65%, una caída de 10 puntos porcentuales. Mientras que las colaboraciones con China e India crecen un 387% y 635% respectivamente. Este cambio es congruente con el patrón de mayor diversidad en los destinos a los cuales acuden académicos de la región para desarrollar estudios de postgrado, lo que redunda en la creación de redes de colaboración y en un posterior trabajo conjunto.

La revolución multidisciplinaria de la IA

Se destaca como la disciplina OCDE más frecuente en las publicaciones relacionadas con IA, a la medicina clínica, alcanzando su peak en 2021 -impulsada por la pandemia- y manteniéndose como la más relevante en 2023. También sobresale el crecimiento de la economía y negocios en conjunto con IA, reflejando el aumento del uso de esta tecnología en el ámbito del emprendimiento y la innovación.

D.2. Descripción de la dimensión

La finalidad de la dimensión de **Investigación, Desarrollo y Adopción (I+D+A)** es evaluar los progresos dentro del ecosistema de investigación y de desarrollo e innovación (I+D+i) a nivel público, privado y académico, además de analizar el grado de integración de los sistemas de IA en estos sectores. La dimensión I+D+A se desglosa, a su vez, en tres subdimensiones para estructurar los resultados: Investigación, Innovación y Desarrollo, y Adopción.

En la subdimensión de **Investigación** se pone un énfasis especial en la capacidad de cada país para generar nuevo conocimiento, un aspecto que está estrechamente relacionado con la madurez del sistema local en la formación y desarrollo de talento. Es decir, detrás de este indicador subyace el grado de consolidación y relevancia de la comunidad académica en el impulso del desarrollo de la IA.

La subdimensión de **Innovación y Desarrollo** aborda los avances actuales de la IA en estas áreas e identifica elementos clave para el crecimiento futuro, entre los que se cuentan, por ejemplo, la colaboración entre sectores y el fomento de un entorno innovador.

Finalmente, la subdimensión de **Adopción** identifica, a nivel de industria y gobiernos, la asimilación efectiva de sistemas de IA, considerados esenciales para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los países latinoamericanos en el panorama global.

Tomando en cuenta lo fundamental que resulta la generación de conocimiento, a esta dimensión se le asignó una **ponderación del 35% del puntaje total,** ubicándose a continuación de Factores Habilitantes en términos de la importancia del peso asignado.

La Tabla 1 detalla la estructura de la subdimensión y muestra cómo quedó conformada luego de incluir nuevos subindicadores para la versión 2024.

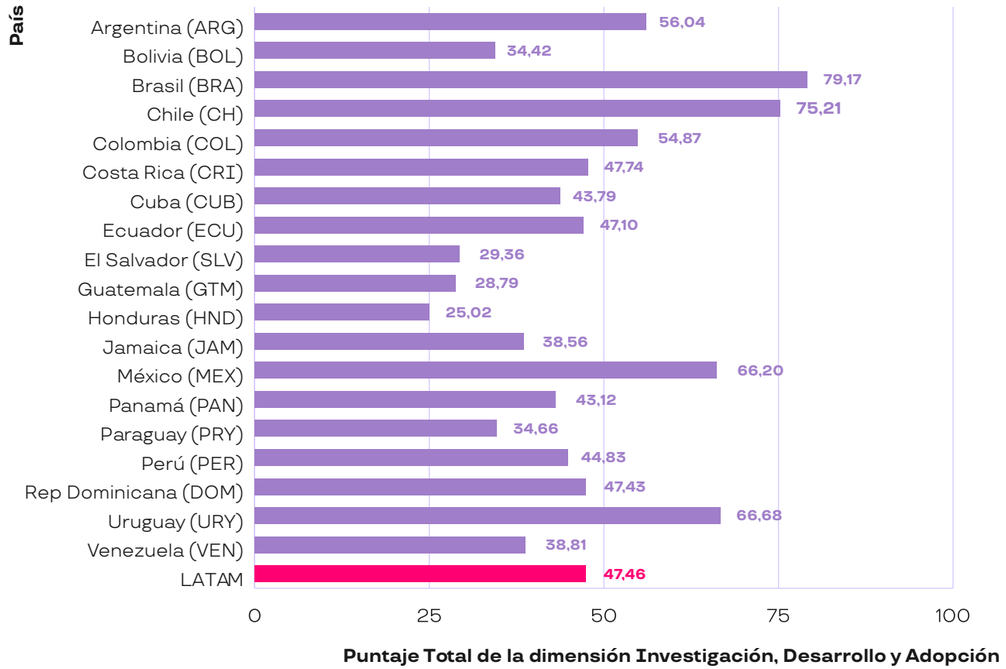
Tabla 1: Composición de la dimensión Investigación, Desarrollo y Adopción
** En color nuevos subindicadores 2024*

Subdimensión	Indicadores	Subindicadores
Investigación	Investigación	Publicaciones en IA
		Investigadores activos en IA
		Productividad de investigadores en IA
		Impacto de la investigación en IA
		Presencia de centros de investigación de IA
		Proporción de autoras en IA
		Investigación consistente en IA
		Participación en main tracks de conferencias A+
		Participación en side events de conferencias A+
I + D	Innovación	Número de inversiones privadas
		Valor total estimado de la inversión privada
		Empresas de IA
		Empresas unicornio
		Gasto en investigación y desarrollo en proporción al PIB
		Desarrollo de aplicaciones
		Entorno emprendedor
	Desarrollo	Productividad open source
		Calidad open source
		Cantidad de patentes
Adopción	Industria	Trabajadores en el sector de alta tecnología
		Fabricación de tecnología mediana y alta
		Proporción del valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta en el valor añadido total
	Gobierno	Gobierno digital

Fuente: ILIA 2024

Según lo señala el Gráfico 1, el desempeño regional en **materia de Investigación, Desarrollo y Adopción** se sitúa en un promedio de **47,46 puntos**, destacando naciones como **Brasil, Chile, Uruguay y México, con puntuaciones de 79,17; 75,21; 66,68 y 66,20**, respectivamente. No obstante, considerando lo reducidas que son las demás puntuaciones, ya sea por la insuficiente inversión en este ámbito o por la falta de incentivos, resulta evidente que existen amplias oportunidades de mejora en el área.

Gráfico 1: Puntaje Total Dimensión Investigación Desarrollo y Adopción



Fuente: ILIA 2024

A partir de los datos presentados en el **Gráfico 1**, es posible segmentar a los países en tres categorías, según su grado de evolución en la generación de nuevo conocimiento y su aplicación práctica.

Países con alto desempeño en I+D+A (sobre 60 puntos): Aquéllos que han alcanzado una capacidad avanzada en investigación, desarrollo e integración de tecnologías de IA. Se ubican en este grupo Brasil (79,17), Chile (75,21), Uruguay (66,68) y México (66,20).

Países con mediano desempeño en I+D+A (entre 35 y 60 puntos): Son los que muestran un desarrollo moderado, con capacidades sólidas, pero aún con margen para mejorar en estos aspectos. Entre ellos se cuentan Argentina (56,06), Colombia (54,87), Costa Rica (47,74), Ecuador (47,10), República Dominicana (47,43), Perú (44,83), Cuba (43,79), Panamá (43,12), Venezuela (38,81), Jamaica (38,56) y Paraguay (34,66).

Países con bajo desempeño en I+D+A (hasta 35 puntos): Dentro de este grupo se ubican aquéllos que están en etapas iniciales en las áreas de investigación, desarrollo y adopción de la IA, como es el caso de Bolivia (34,42), El Salvador (29,36), Guatemala (28,79) y Honduras (25,02).

En el **Gráfico 2** se puede observar que la subdimensión de **Adopción** presenta un **promedio regional de 60,44 puntos**, mientras que las subdimensiones de Investigación e I+D muestran promedios regionales de 41,43 y 42,53 puntos, respectivamente. A pesar de estos resultados, existen escenarios destacados en términos de productividad e impacto en investigación en ciertos países incluidos en esta medición, lo que subraya la existencia de interesantes oportunidades de inversión en estas áreas específicas.

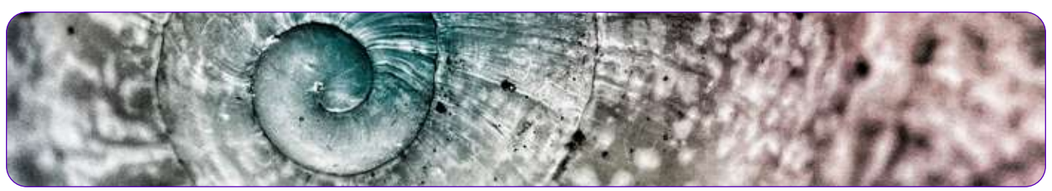
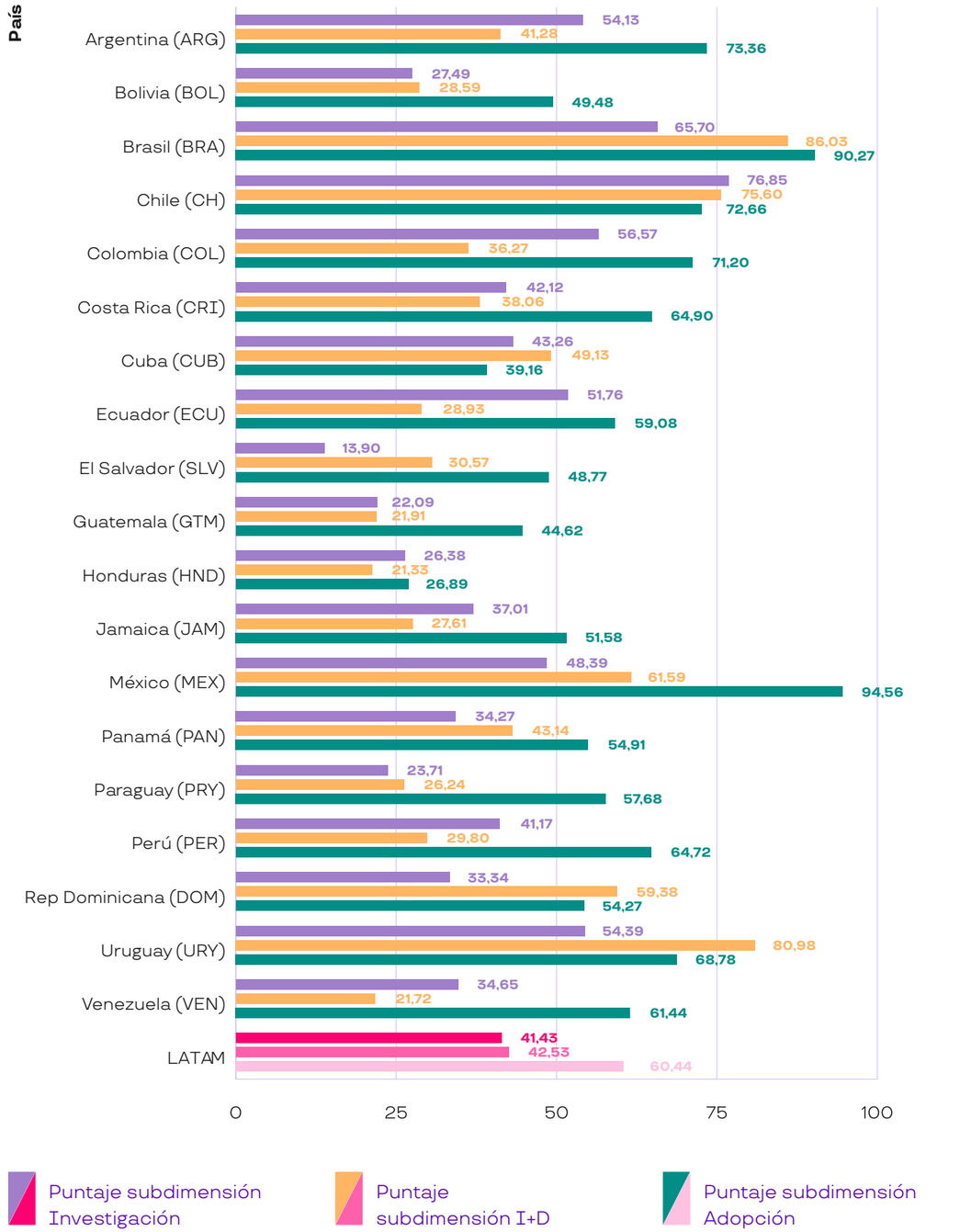


Gráfico 2: Puntaje total de subdimensiones Investigación, I+D y Adopción



Fuente: ILIA 2024

D.3. Subdimensión de Investigación

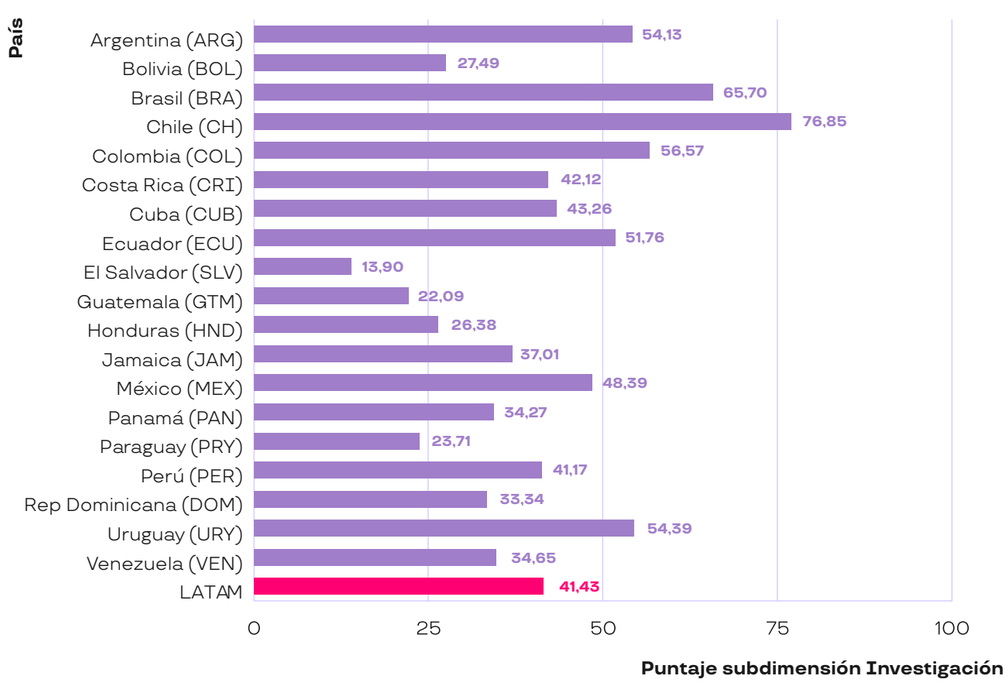
La investigación es el motor que impulsa la innovación. Sin una base sólida de investigación, no es posible construir un ecosistema sólido de IA que esté permanentemente transformando el conocimiento en productos y soluciones innovadoras.

Tal como se muestra en la **Tabla 1**, esta subdimensión cuenta con un solo indicador, también denominado **Investigación**. Sin embargo, en esta versión del índice, esta subdimensión se amplió con nuevos subindicadores que permiten una evaluación más granular del avance de la investigación en IA y una medición más detallada de la madurez de la actividad científica.

Esta subdimensión representa el **40% de la ponderación total de la dimensión de I+D+A.**

A partir del **Gráfico 3** es posible inferir que Investigación presenta un panorama regional diverso, en el que solo algunos países logran consolidar entornos académicos más robustos y especializados. Este año la región alcanza un promedio de **41,43 puntos**, siendo **Chile el país que lidera con 76,85 puntos,** reflejando una madurez significativa en este campo. Le siguen **Brasil, con un puntaje de 65,7; Colombia con 56,57 y Uruguay con 54,39.**

Gráfico 3: Puntaje subdimensión de Investigación



Fuente: ILIA 2024

Considerando estos resultados, los países se pueden dividir en tres grupos que sirven para distinguir diferentes niveles de capacidad investigativa.

Países líderes en Investigación en IA (sobre 60 puntos): Son los que evidencian un sólido desarrollo en este ámbito, con ecosistemas bien establecidos y que impulsan la generación de conocimiento y de talento especializado. Es el caso de Chile (76,85) y Brasil (65,70).

Países en desarrollo de Investigación en IA (entre 40 y 60 puntos): Aquéllos que están consolidando sus capacidades de investigación y mostrando avances importantes, sin aún alcanzar niveles de liderazgo. Entre estos se ubican Uruguay (54,39), Colombia (56,57), Argentina (54,13), Ecuador (51,76), México (48,39), Cuba (43,26), Costa Rica (42,12) y Perú (41,17).

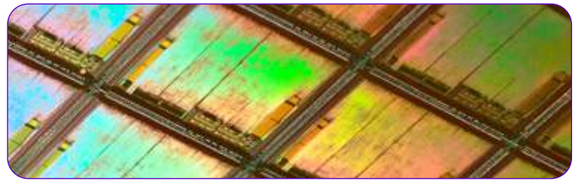
Países iniciadores en Investigación (menos de 40 puntos): En este grupo se ubican los países que tienen desafíos significativos por delante y que necesitan un mayor impulso para fortalecer sus ecosistemas académicos y de innovación. Entre ellos están Jamaica (37,01), Venezuela (34,65), Panamá (34,27), República Dominicana (33,34), Paraguay (23,71), Guatemala (22,09), Honduras (26,38), Bolivia (27,49) y El Salvador (13,90).

D.3.1 Investigación

Con el mismo nombre de la subdimensión, este indicador está compuesto, a su vez, por siete subindicadores que permiten una evaluación más detallada de este importante ámbito:

a) Publicaciones en IA
b) Investigadores activos en IA
c) Productividad de investigadores en IA
d) Impacto de la investigación IA
e) Presencia de centros de investigación de IA
f) Proporción de autoras en IA
g) Investigadores consistentes en IA
h) Participación en conferencias A+ Top 100
i) Participación en side events Top 100

Es preciso señalar que los nuevos subindicadores enriquecen el análisis de lo que es el ámbito de la Investigación. Tal es el caso de la **Proporción de autoras en IA,** clave para abordar aspectos relacionados con la equidad de género en la producción académica. En tanto, el de **Investigación consistente en IA,** refleja de manera más precisa la actividad investigadora, clasificando a los profesionales según la frecuencia con que publican sus artículos. Esto último, está definido así con el fin de comprender mejor el nivel de especialización de científicos y científicas, y la continuidad de la actividad investigadora que realizan en el ámbito académico.



Los dos últimos subindicadores agregados a esta subdimensión tienen relación con la participación en conferencias de carácter internacional, tanto en el ***main track (evento principal)*** como en los ***side events (eventos paralelos).*** Estos proporcionan elementos específicos para evaluar la visibilidad y la presencia de los investigadores LATAM en la comunidad global de IA. Esta participación refleja el grado de integración de la región en los debates y desarrollos más avanzados del sector, así como su capacidad para contribuir a las tendencias emergentes a nivel global.

a) Publicaciones e investigación activa en IA

En esta área se presentan dos subindicadores de Investigación: el de **Publicaciones en IA**, que analiza el promedio de publicaciones en IA

Para su cálculo, la metodología empleada fue la misma que se utilizó para la versión anterior del índice: se accedió a la base de datos completa de OpenAlex, una plataforma que integra portales, conferencias, revistas y repositorios de publicaciones académicas.

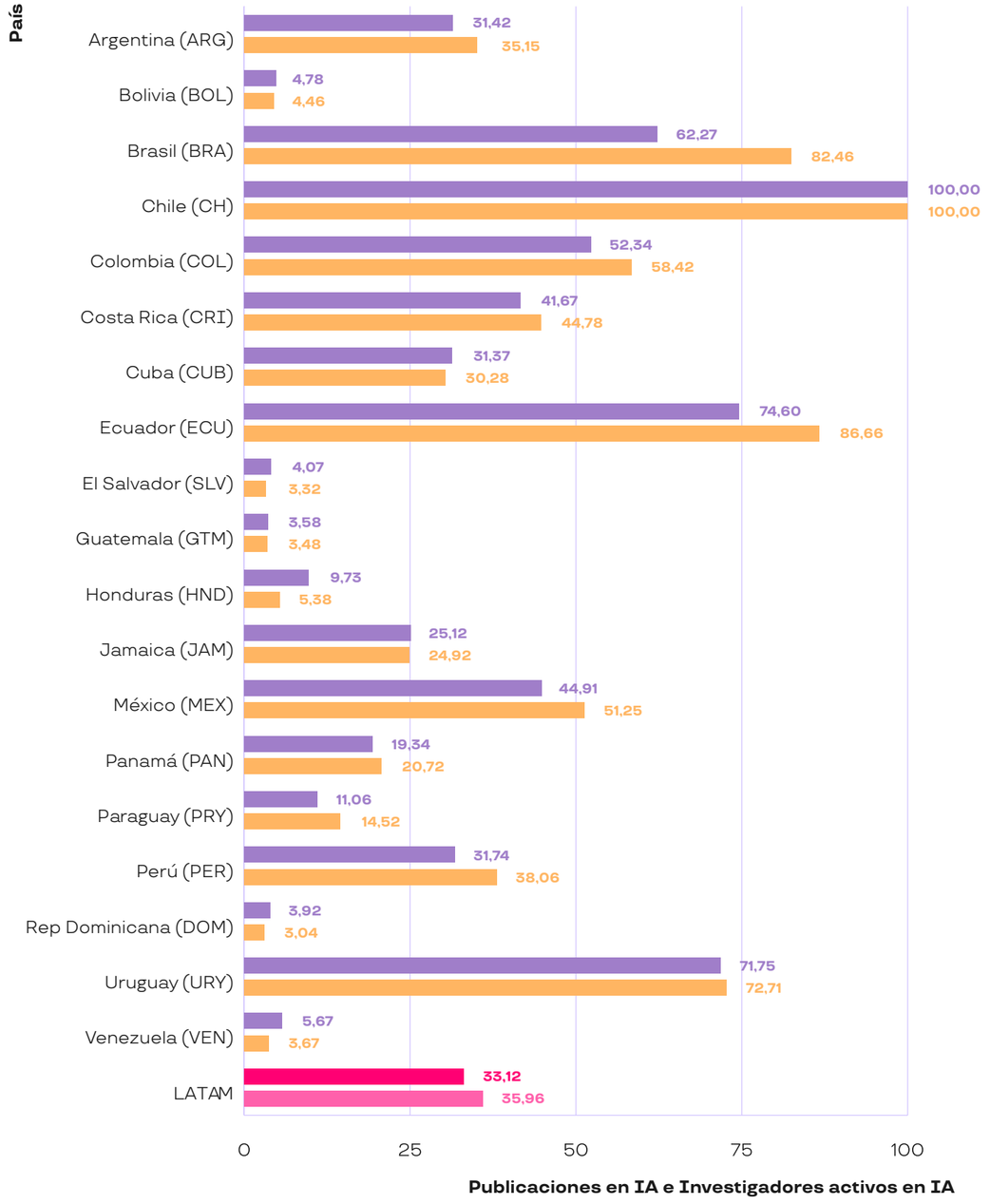
Dado que la mayoría de los autores y autoras no declaran su país de residencia, sino solo la institución a la que están afiliados al momento de publicar su documento, los indicadores de esta subdimensión se basaron en el cruce de la institución con el país respectivo. Este enfoque permitió asegurar la precisión y coherencia de los datos recopilados, proporcionando una base sólida para evaluar la productividad (cantidad de papers de esos autores y autoras) y el impacto de la investigación en IA (cantidad de citas de esos papers) en diferentes países.

Según se observa en el **Gráfico 4, Chile lidera en estos subindicadores con 100 puntos y Lo sigue Ecuador con 74,6 puntos, que en esta edición superó a Uruguay**, consolidando así el mismo top 3 que observamos en 2023. Destacan también otros países con un desempeño en publicaciones por sobre el promedio regional (33,12 puntos). En este grupo se encuentran Brasil, Colombia y México, con puntajes de 62,27; 52,34 y 44,91, respectivamente.

Este año, **Chile** no solo se consolida nuevamente como **líder en lo que se refiere a la cantidad de publicaciones en IA** y al n**úmero de investigadores activos**, sino que su puntaje se sitúa muy por encima del promedio regional que muestra 33,12 puntos en publicaciones y 35,96 puntos en investigadores activos.

Cabe resaltar que estos promedios han experimentado una caída significativa en comparación con la medición de 2023, que mostró valores de 46,01 y 52,02 puntos respectivamente. Esta disminución se debe, en gran medida, a la incorporación en esta versión del ILIA de nuevos países con ecosistemas de investigación en IA aún en etapas iniciales, lo que ha generado una mayor dispersión y una baja en los promedios regionales.

Gráfico 4: Publicaciones en IA e Investigadores(as) activos(as) en IA



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

b) Productividad e impacto de la investigación en IA

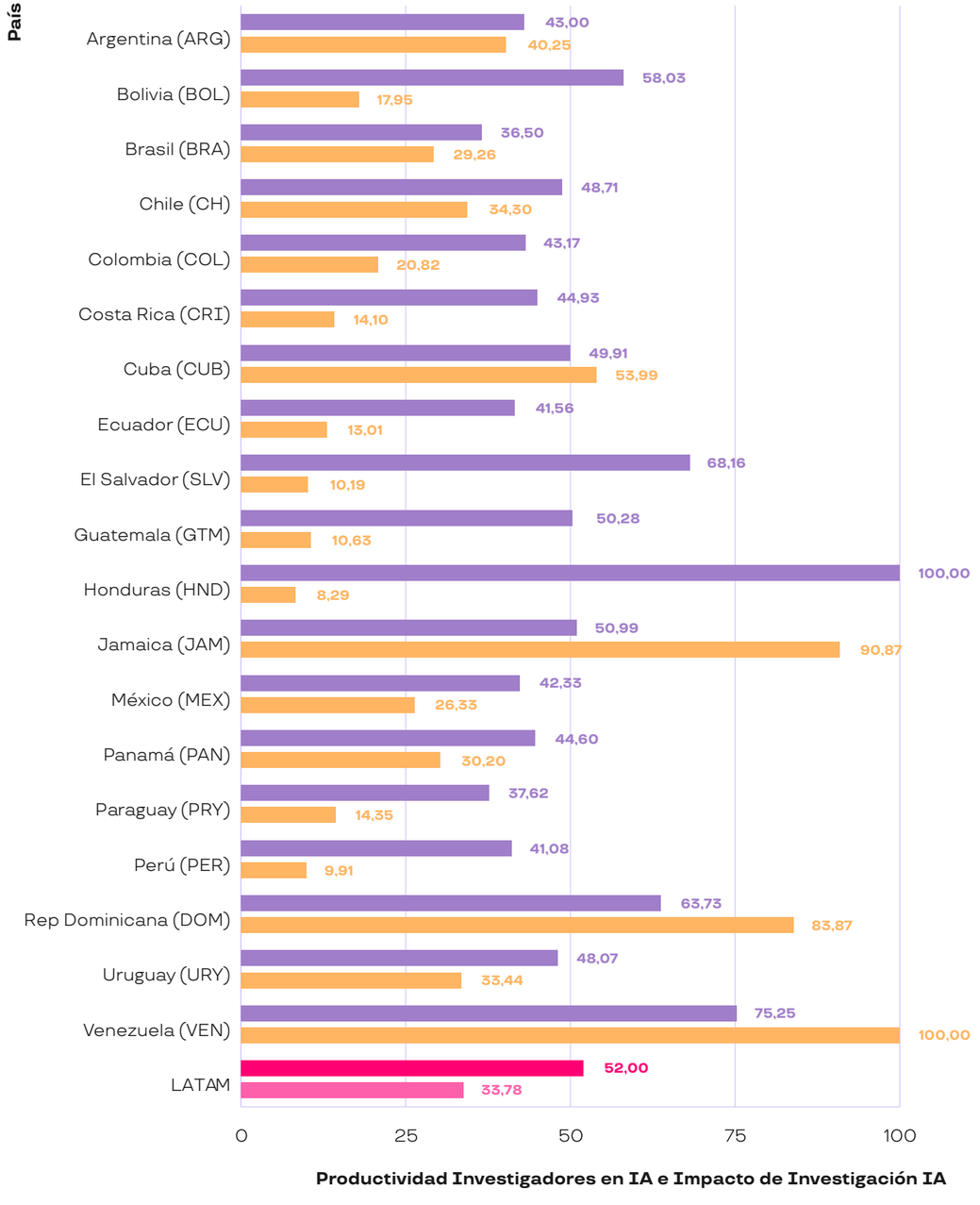
Otros dos subindicadores del indicador de Investigación que se miden en cada país son la Productividad de investigaciones en IA y el Impacto de la investigación en IA. Mientras el primero contabiliza el promedio anual de publicaciones por autor/a en los últimos cinco años -con el fin de evaluar la intensidad de publicación en el campo de la IA en ese período- el segundo se refiere al promedio anual de citas de trabajos de investigación en el total de publicaciones y conferencias en este campo en los últimos cinco años. Estas mediciones reflejan el impacto que tiene cada trabajo en otros artículos científicos.

Como lo señala el **Gráfico 5**, ambos ítems muestran comportamientos diversos y resaltan disparidades significativas entre los países. Un caso notable es el de **Honduras**, que alcanza el puntaje máximo de **100 puntos en productividad,** pero un bajo impacto de investigación con solo 8,29 puntos. Este contraste sugiere que, si bien el ecosistema de investigación en Honduras genera una alta cantidad de publicaciones en relación con su población, éstas alcanzan una relevancia y difusión limitadas en el ámbito académico y científico. Este resultado abre la puerta al debate sobre las políticas de incentivos a la producción científica aplicadas en los distintos países de la región.

Es importante destacar que algunos países muestran una disminución en su puntaje en comparación con 2023, a pesar de haber mejorado en términos absolutos. Un caso relevante es Argentina que, aunque incrementó su productividad en números brutos, experimentó una caída en su puntaje. Este fenómeno puede atribuirse a varios factores, como el ajuste metodológico que toma en cuenta la incorporación de nuevos países con menor desarrollo en investigación, el fuerte impacto de la pandemia del COVID-19 sobre el trabajo de investigación en todo el mundo, y la caída en la producción científica producto de restricciones financieras de instrumentos públicos.

Cabe mencionar que la mejora en la productividad debe ir acompañada de un incremento proporcional en la calidad e impacto de las publicaciones para que se refleje en un puntaje más alto.

Gráfico 5: Productividad investigadores(as) en IA e impacto



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

c) Presencia de centros de investigación en IA

Identificar y caracterizar los centros de I+D dedicados al estudio y desarrollo de la IA en Latinoamérica y el Caribe permite comprender el nivel de sofisticación y madurez del ecosistema regional en esta área estratégica. Estos centros no sólo impulsan sus líneas de trabajo en la investigación y la innovación, sino que además facilitan la **formación de talento especializado** y promueven la colaboración entre sectores. Su presencia es un indicador clave del potencial de la región para posicionarse competitivamente en el panorama global de la IA.

Para determinar si un país cuenta o no con dichos centros, y para diferenciarlos de otro tipo de instituciones, proyectos de colaboración o grupos de investigación, la definición de "centros de investigación de IA" se construyó sobre la base de cinco criterios excluyentes:

1. Existencia de una gobernanza establecida.
2. Vigencia de estatutos o equivalentes.
3. Inclusión del concepto de "IA" dentro de las tres pilares que definen al centro a nivel de investigación .
4. Financiamiento estable de algún tipo.
5. Contar con, al menos, tres años de antigüedad.

Para el proceso de clasificación se utilizaron las siguientes categorías de acuerdo a la cantidad de centros que cada país posee:

1: No tiene centro de IA = 0 puntos
2: Tiene un centro de IA = 25 puntos
3: Tiene dos centros de IA = 50 puntos
4: Tiene tres centros de IA = 75 puntos
5: Tiene más de tres centros de IA = 100 puntos

De acuerdo a la información levantada, **son cinco los países que ya cuentan con más de dos centros de investigación en IA:** Argentina, Brasil, Chile, México y Perú. Esto representa un contraste con respecto a los resultados de 2023, cuando se identificaron tres países que alcanzaban este nivel de presencia institucional en el ámbito de la IA.

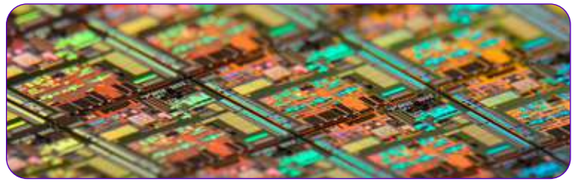
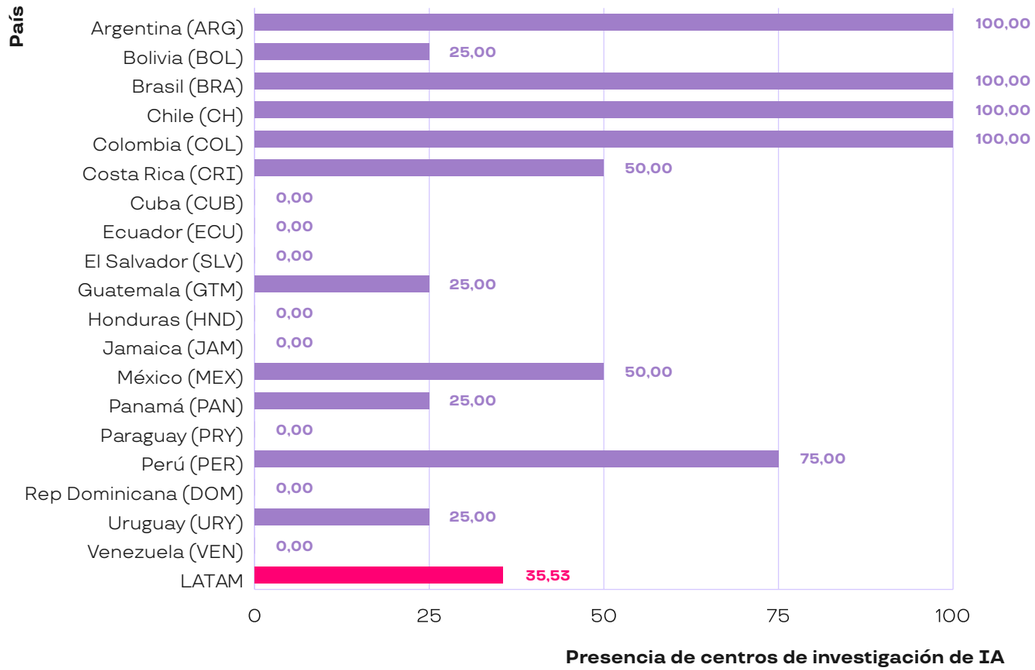


Gráfico 6: Presencia de centros de investigación en IA



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Es importante señalar que, aunque se identificaron diversas entidades que están trabajando en temas relacionados con la IA en distintos niveles, no cumplían con todos los criterios necesarios para ser incluidas en esta categoría.

En la Tabla 2, se presenta el catastro final de las instituciones que sí cumplen con los requisitos mencionados:

Tabla 2: Centros de investigación en IA en Latinoamérica y el Caribe

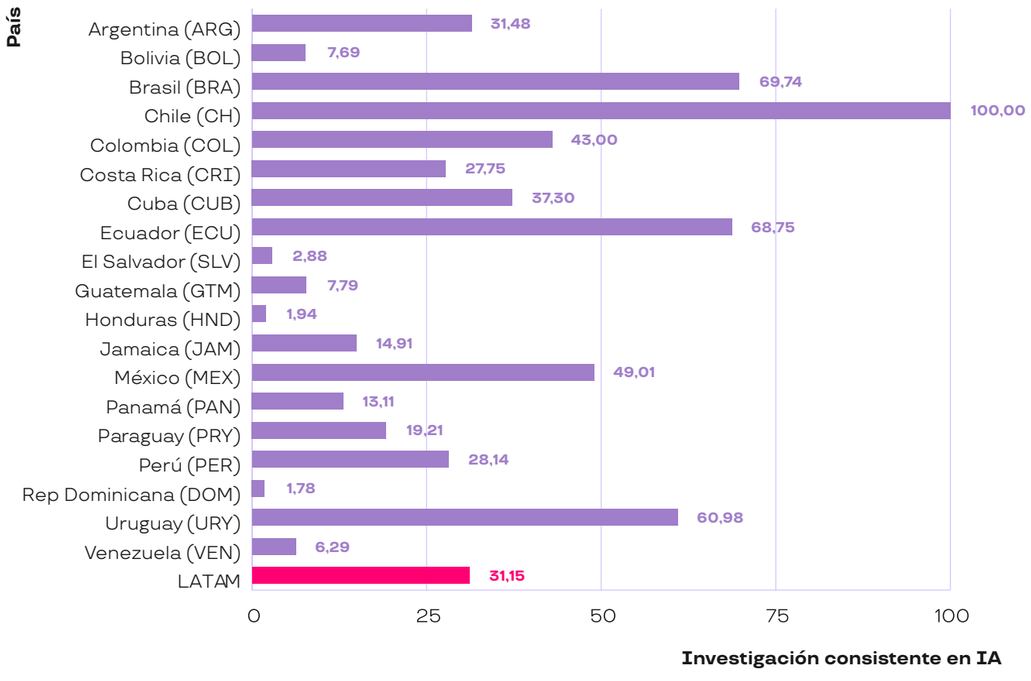
País	Centro de investigación de IA	Sitio web
Argentina	Centro de Inteligencia Artificial y Salud para América Latina y el Caribe (CLIAS)	https://clias.iecs.org.ar/
	Centro LIFIA, de la Universidad de la Plata	https://lifia.info.unlp.edu.ar/lifia/
	Centro Argentina de Ingenieros (CAI)	https://cai.org.ar/quienes-somos/mision-y-objetivos/
	IALAB UBA (Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires)	https://ialab.com.ar/
	Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC) CONICET-UNS	https://icic.conicet.gov.ar/
	Laboratorio de IA y Robótica (LINAR), Universidad San Andrés	https://udesa.edu.ar/linar
Brasil	Centro de IA (C4AI)	https://c4ai.inova.usp.br/
	Inteligencia Artificial Recreando Entornos (IARA)	https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/111390/iara-inteligencia-artificial-recriando-ambientes/ https://iara.science/
	Instituto Brasileño de Ciencia de Datos (BIOS)	https://www.bi0s.unicamp.br/
	Centro de Excelencia en Investigación en Inteligencia Artificial para la Industria	https://bv.fapesp.br/en/auxilios/111046/center-of-excellence-in-applied-research-in-artificial-intelligence-for-industry/
	Centro de Investigación Aplicada en Inteligencia Artificial para la Evolución de Industrias a la Norma 4.0	https://bv.fapesp.br/en/auxilios/110902/center-for-applied-research-in-artificial-intelligence-for-the-evolution-of-industries-to-standard-4/
	Centro de Innovación en Inteligencia Artificial para la Salud (CIIA-Health)	https://ciia-saude.dcc.ufmg.br/home/
	Centro de Referencia en Inteligencia Artificial (CEREIA)	https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/109947/cereia-centro-de-referencia-em-inteligencia-artificial/
Bolivia	Instituto de Inteligencia Computacional	https://www.upb.edu/investigacion/centros-de-investigacion/ingenierias-y-arquitectura-fia/instituto-de-inteligencia-computacional
Colombia	AudacIA	https://audacia.ai/
	Centro de Investigación y Formación en Inteligencia Artificial (CinfonIA)	https://uniandes.edu.co/es/noticias/ingenieria/nuevo-centro-de-inteligencia-artificial-en-uniandes
	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la la Universidad de ICESI, enfocado en la Ciencia de Datos y la Inteligencia Artificial	https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/7271-conoce-el-centro-de-investigacion-y-desarrollo-tecnologico-de-la-icesi-enfocado-en-la-ciencia-de-datos-y-la-inteligencia-artificial
	Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquía	https://cta.org.co/
Chile	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	https://www.cenia.cl/
	Instituto de Datos e Inteligencia Artificial (ID&IA)	https://uchile.cl/noticias/181354/un-instituto-de-datos-e-inteligencia-artificial-para-chile
	El Núcleo Inteligencia Artificial y Sociedad [IA+SIC]	https://ia-sic.org/
	Núcleo Milenio Futures of Artificial Intelligence Research (FAIR)	https://www.nucleofair.org/
	iHEALTH - Instituto Milenio en Ingeniería e Inteligencia Artificial para la Salud	https://i-health.cl/
Costa Rica	Colaboratorio Nacional de Computación Avanzada (CNCA) del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)	https://www.cenat.ac.cr/es/
	Grupo PARMA, Tecnológico de Costa Rica (TEC)	https://www.tec.ac.cr/grupo-parma
Cuba	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Inteligencia Artificial	https://mincyt.gob.ve/china-cuba-inauguran-instituto-internacional-investigaciones-inteligencia-artificial/
Guatemala	Laboratorio de Inteligencia Artificial Generativa, Universidad de Galileo	https://www.galileo.edu/page/ia-aplicada-educacion/#gptprofesores
México	Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial (IIIA), Universidad Veracruzana	https://www.uv.mx/iiia/
	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica(INAOE)	https://www.inaoep.mx/
	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav)	https://www.cinvestav.mx/
	Centro de Ciencias de la Complejidad C3 de la UNAM	https://www.c3.unam.mx/progacademicos.html
	IA Center	https://www.ia.center/es/
Perú	Grupo de Inteligencia Artificial PUCP - IA-PUCP	http://ia.inf.pucp.edu.pe/
	Laboratorio de Inteligencia Artificial y Robótica, Universidad Nacional de Ingeniería de Lima	https://www.fiis.uni.edu.pe/laboratorios
	Grupo de Investigación en Computación Científica - UTEC	https://utec.edu.pe/grupo-de-investigacion-en-computacion-cientifica
Panamá	Instituto Nacional de Investigación en TIC (INDICATIC)	https://indicatic.org.pa/
Uruguay	Centro Interdisciplinario en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático (CICADA)a	https://cicada.uy/

Fuente: ILIA 2024

d) Investigación consistente en IA

Para esta versión del índice se consideró evaluar el nivel de especialización de la investigación en IA en cada país a través del nuevo subindicador que mide la presencia de **Investigadoras e investigadores consistentes en temáticas de IA**. Se trata de quienes han publicado en *journals* de IA o participado en conferencias de manera periódica en esta disciplina en los últimos cinco años. Esta información fue extraída de la base de datos de OpenAlex, considerando publicaciones de IA en los 19 países contemplados dentro del ILIA.

Gráfico 7: Investigación consistente en IA



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA - OpenAlex

A nivel regional, en este subindicador se destaca un grupo de países líderes, con **Chile posicionándose con el puntaje máximo**, seguido por **Brasil (69,74), Ecuador (68,75) y Uruguay (60,98).** Al sobrepasar notoriamente el promedio regional (31,15), estos países no solo evidencian una concentración de talento especializado en IA, sino una brecha en la capacidad de los países de la región por sostener una comunidad investigadora estable y de alto nivel.

Tabla 3: Proporción de autores y autoras consistentes sobre el total de autorías en los últimos cinco años

País	Nº Total de investigadores en IA	Nº de consistentes en IA	Tasa de investigadores consistentes
Argentina	914	157	17,18%
Bolivia	31	10	30%
Brasil	10.138	1.649	16,27%
Chile	1.115	214	19,19%
Colombia	1.729	245	14,17%
Costa Rica	133	16	12,03%
Cuba	193	46	23,83%
Ecuador	896	137	15,29%
El Salvador	12	2	16,66%
Guatemala	36	15	41,66%
Honduras	32	2	6,25%
Jamaica	40	5	12,5%
México	3.740	688	18,39%
Panamá	53	6	11,32%
Paraguay	57	14	24,56%
Perú	743	106	14,20%
República Dominicana	20	2	10%
Uruguay	141	23	16,31%
Venezuela	60	20	33,33%
Total/Promedio	**20.083**	**3.357**	**18,59%**

El promedio de investigadores/as consistentes en IA en la región es del 18,59% de quienes han publicado en la disciplina en el periodo de análisis, lo que equivale a **3.357 investigadores e investigadoras únicos**. Esto muestra una frecuencia y regularidad de publicación en el área durante 2023, algo que permite sostener que son consistentes en IA. De ese universo, el **70% está en Brasil** (1.649, o 49,1%) y **México** (688, 20,5% de los autores únicos) y el restante 30% en los otros 17 países.

De acuerdo a lo que evidencia la **Tabla 3**, todos los países de América Latina y el Caribe cuentan con, al menos, dos investigadores que cumplen con el criterio de consistencia y ninguno -salvo Honduras- con una tasa de investigadores consistentes bajo el 10%. Sin embargo, se trata de **tasas de recurrencia bajas en la región**, lo que pone de relieve el desafío de generar carreras más prolongadas que extiendan los años de investigación para fortalecer este aspecto fundamental en el avance de la IA en los países LAC.

e) Proporción de autoras en IA

Para incorporar la perspectiva de género en la medición de la productividad académica, y para subrayar así la importancia de fomentar la participación de mujeres en el campo de la IA, este año se sumó este subindicador.

Promover la equidad de género en un área históricamente dominada por la presencia masculina, no solo contribuye a la igualdad de oportunidades, sino que enriquece el desarrollo científico con una generación de ciencia y tecnología de mayor calidad. Además, se inspira a futuras generaciones de investigadoras con el fin de impulsar un ciclo positivo de **inclusión, diversidad y progreso en ciencia y tecnología.**

El objetivo de este subindicador es medir la brecha de género por país en IA y visibilizar las herramientas que han tenido impacto en la reducción o desaceleración de las producciones científicas por parte de autoras. Para ello se contabilizó la **cantidad de autoras que publican sobre IA** y luego se estimó la proporción sobre el total de investigadores e investigadoras durante los últimos cinco años.

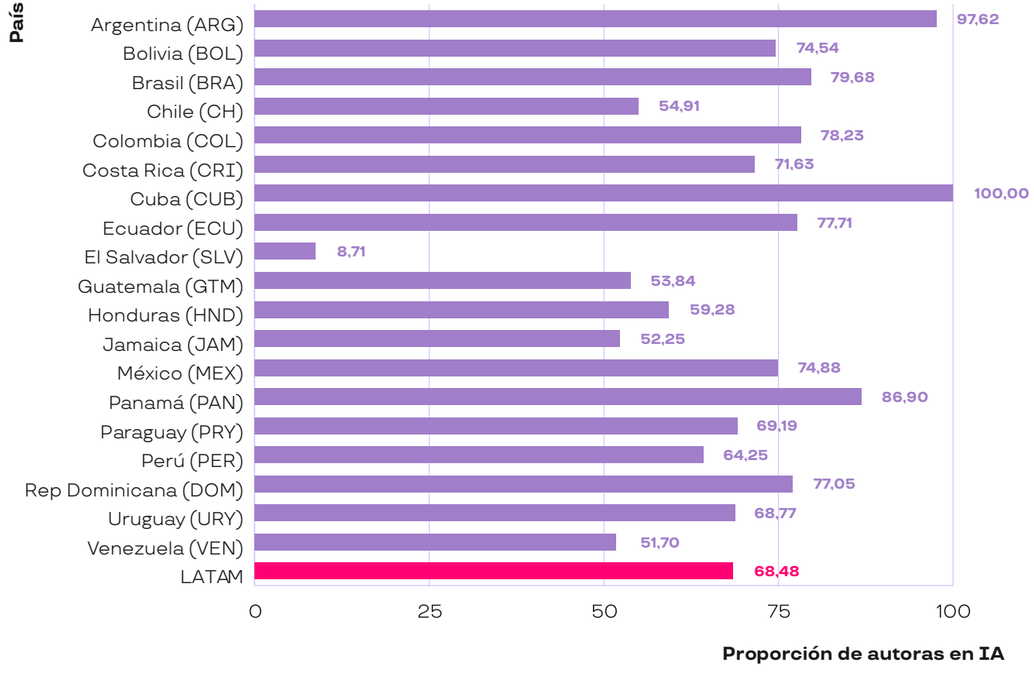
Para este ítem, según indica el **Gráfico 8**, la región alcanza un promedio de 68,48 puntos. Es interesante mirar esta información teniendo en cuenta que el puntaje corresponde a una tasa de presencia de mujeres en ecosistemas de investigación diversos en relación al número de personas dedicadas a IA.

Destaca **Cuba, que lidera con 100 puntos**, correspondiente a un 26,42% de presencia de mujeres en un ecosistema de investigación compuesto por 193 personas. Le sigue **Argentina, con 97,62 puntos**que equivale a un 24,84% de autoras dentro de un universo de 914 personas. En tercer lugar se encuentra **Panamá con 86,90 puntos**, correspondiente a un 22, 64% de presencia femenina dentro de un total de 53 personas dedicadas a la investigación de IA.

Por otro lado, El Salvador registra el puntaje más bajo en la región con 8,71 puntos, correspondiente a un 8,33% y que equivale a solo una investigadora dentro de una comunidad pequeña, con solo 12 personas trabajando en IA. Esto evidencia la necesidad de mayores esfuerzos para impulsar la participación femenina en este ámbito. Estos contrastes subrayan la disparidad existente en la equidad de género dentro de la investigación en IA en América Latina.

Llama la atención el puntaje de Chile, que está a casi 14 puntos bajo el promedio, con 54,91 punto concerniente a un 14,17% de participación de mujeres en un ecosistema de investigación compuesto por 1.115 personas. Pese a extensivas políticas públicas de promoción de acceso y disminución de brechas -como el programa INES Género- y a la madurez del ecosistema chileno en otros elementos de investigación, existe un desafío relevante en aumentar la participación relativa de mujeres en la disciplina. Este desafío se puede vincular también con los indicadores de participación femenina en el mercado laboral, donde Chile muestra las tasas más bajas de la región en penetración de competencias de ingeniería y alfabetización en IA.

Gráfico 8: Puntaje Proporción de autoras



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA-Open Alex

La **Tabla 4** presenta un análisis detallado de la participación femenina y las cifras absolutas en los ecosistemas de investigación de los 19 países evaluados. Este desglose no solo permite examinar los puntajes que componen el índice, sino también destacar cómo Latinoamérica y el Caribe se encuentran significativamente por debajo del 50% esperado de mujeres en la investigación en IA en todos los países considerados en este índice.

Tabla 4: Proporción de autoras de IA

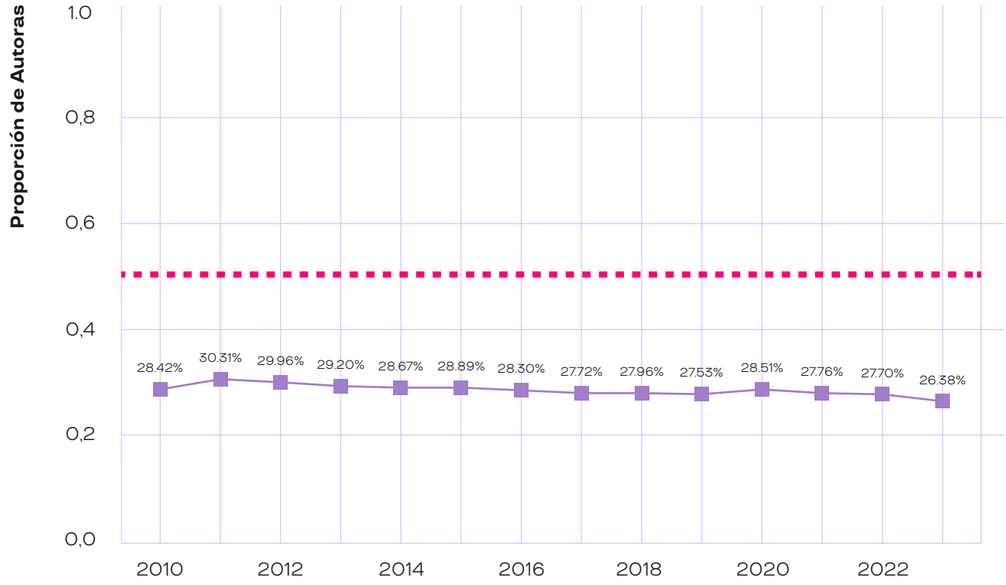
País	Nº Total Investigadores/asen IA	Nº Investigadoras en IA	Tasa de mujeres en investigación de IA
Argentina	914	227	24,84%
Bolivia	31	6	19,35%
Brasil	10.138	2.068	20,40%
Chile	1.115	158	14,17%
Colombia	1.729	346	20,01%
Costa Rica	133	24	18,05%
Cuba	193	51	26,42%
Ecuador	896	178	19,87%
El Salvador	12	1	8,33%
Guatemala	36	5	13,89%
Honduras	32	5	15,63%
Jamaica	40	6	15,00%
México	3.740	716	19,14%
Panamá	53	12	22,64%
Paraguay	57	11	19,30%
Perú	743	126	16,96%
República Dominicana	20	4	20,00%
Uruguay	141	25	17,73%
Venezuela	60	8	13,33%
Total/Promedio	**20.083**	**3.977**	**19,80%**

Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Finalmente, resulta relevante ampliar la perspectiva y analizar la **persistente y baja representación de mujeres en la investigación de IA** en la región, especialmente en la autoría de artículos científicos. El siguiente gráfico ilustra esta tendencia, mostrando cómo, desde 2010 hasta 2023, el porcentaje de participación femenina se ha mantenido prácticamente invariable y bajo la equidad óptima reflejada por la línea roja del 50%.

Este estancamiento evidencia que, a pesar de los avances tecnológicos y el creciente interés en la inclusión, el promedio de mujeres en la investigación de IA sigue sin alcanzar niveles satisfactorios. El gráfico 9 refleja el porcentaje promedio para todos los países evaluados, destacando la necesidad urgente de estrategias que promuevan una mayor equidad de género en este campo.

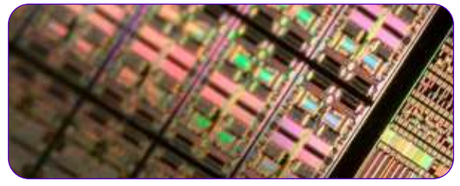
Gráfico 9: Representación de mujeres en la investigación de IA 2010-2022



Países incluidos: Brasil, México, Colombia, Chile, Argentina, Ecuador, Perú, Cuba. Uruguay, Costa Rica, Venezuela, Panamá, Paraguay, Jamaica, Bolivia, Guatemala, Honduras, República Dominicana, El Salvador

Nivel esperado de 50%

Fuente: ILIA 2024 / Datos: OpenAlex



f) Participación en *main tracks* de conferencias A+

A diferencia de otras disciplinas académicas, las ciencias de la computación y la IA consideran la participación en conferencias como **espacios de publicación de los avances científicos** más relevantes. Al igual que los journals, éstas pueden ser jerarquizadas según su relevancia tomando como base el índice de impacto (H5 Index)[1].

Las conferencias cuentan con rigurosos comités científicos evaluadores para la exhibición de los resultados de los estudios, por lo que la presencia de investigadores en los tracks principales es un indicador fuerte de la calidad del trabajo investigativo desarrollado en cada país.

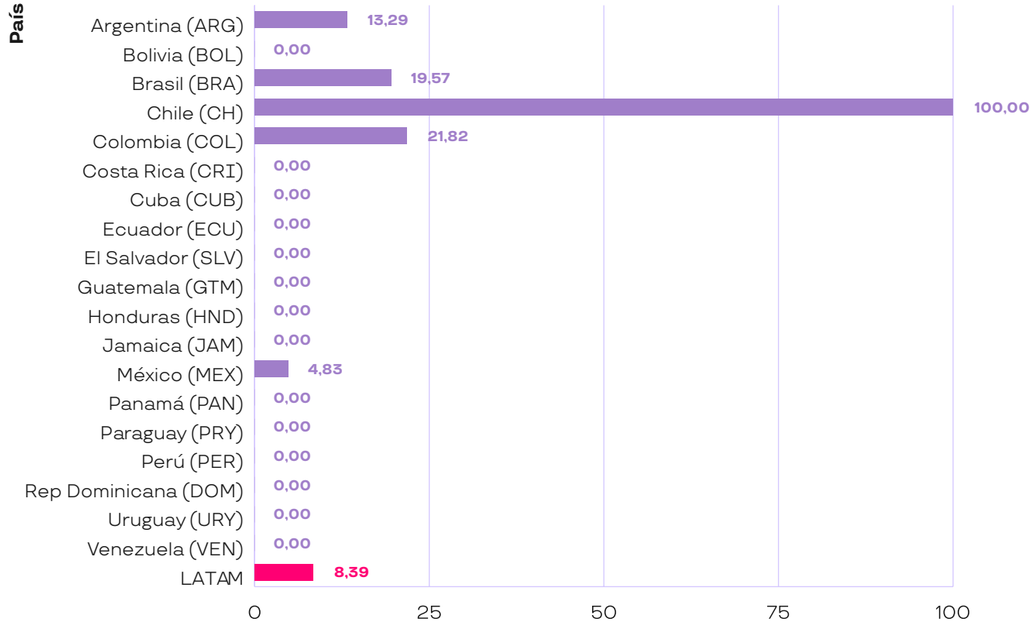
Cabe destacar que las conferencias consideradas en el conteo están dentro del top 100 de Google Scholar en función del Índice H5: ACL, CVPR, NeurIPS, EMNLP, ICCV, AAAI, ICLR y ICML.

En términos de participación en el *main track* de conferencias internacionales de IA, **Chile** lidera la participación regional destacándose con el **máximo puntaje**, seguido -de lejos- por **Colombia, con 21,82 y Brasil, con 19,57.** Argentina también muestra una participación en este ámbito con un puntaje de 13,29, superando el promedio regional de 8,39.

En contraste, el resto de los países registran una baja o nula participación, lo que indica la necesidad de un mayor esfuerzo para aumentar su presencia en estos foros clave para el desarrollo de la IA en la región.

1. El H5 Index es un indicador bibliométrico que se utiliza para medir la visibilidad y el impacto de una revista o evento científico periódico (conferencia), se calcula tomando en cuenta los últimos 5 años completos de publicaciones de una revista, basándose en el cálculo del índice H.

Gráfico 10: Puntaje de Participación en *main tracks* de conferencias A+



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Cabe señalar que el promedio de la región indica que la participación de investigadores en conferencias es muy escasa, dado que los puntajes anteriormente señalados corresponden a un total de 39 publicaciones -la mayoría concentradas en las conferencias NeurIPS y AAAI- y a 83 autores y autoras.

g) Participación en *side events* de conferencias A+ (subindicador a partir del índice de excelencia)

Si bien el indicador principal de calidad de la investigación científica es la participación en el *track* principal de las conferencias, muchas de ellas cuentan con eventos anexos o *side events* para los cuales también se aplican procesos de admisión rigurosos, aunque menos selectivos que los del *track* principal. Es importante destacar que en estos espacios, la **presencia de autoras y autores latinos es mayor** que en el caso del *track* principal, pues consideran otros espacios como *findings* exposures y workshops. En este ámbito destaca el workshop LatinX, dedicado a mostrar investigaciones de la región y que, además, se ha consolidado como un side event periódico en las principales conferencias de IA.

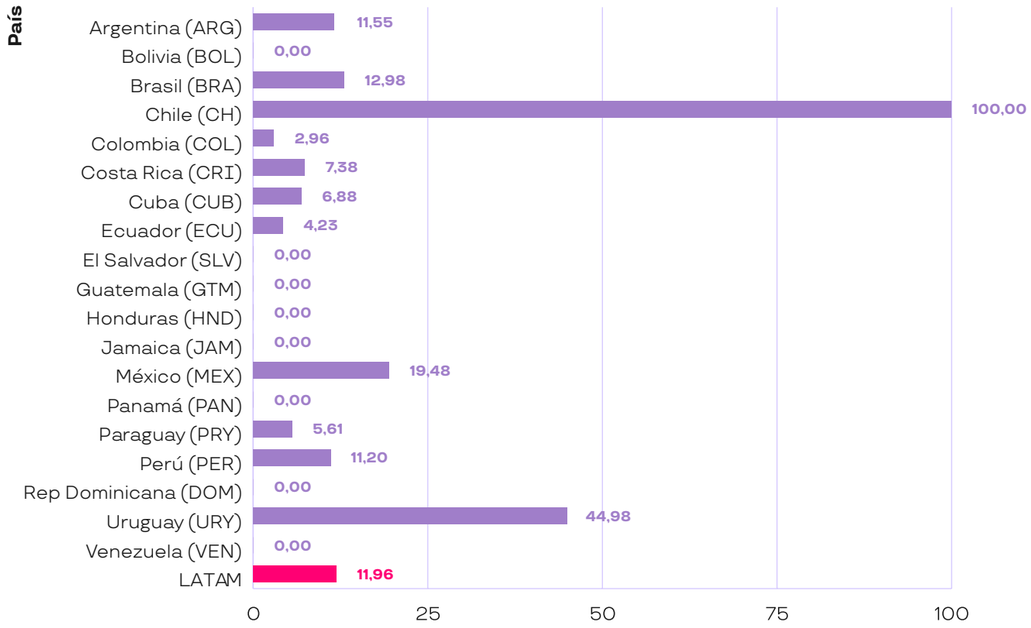
El análisis de este subindicador revela, en primer lugar, una mayor presencia de América Latina y el Caribe, en relación al *track* principal. Aquí aparecen 11 países que reportan algún tipo de participación, 83 publicaciones y 267 autores y autoras. Pese a ello, se aprecia una notable disparidad en la región, siendo **Chile el que sobresale con el puntaje máximo de 100**, lo que demuestra una alta asistencia a estos eventos complementarios que son clave para el networking y el desarrollo de colaboraciones.

Asimismo, **Uruguay** muestra un desempeño

destacado con un puntaje de **44,98**, indicando una participación considerable. **México (19,48)** y **Brasil (12,98)**, por su parte, también superan el promedio regional de 11,96; mientras que **Argentina** y **Perú** se sitúan cerca del promedio, con **11,55** y **11,20 puntos** respectivamente.

Cabe mencionar que varios países de la región no registraron participación.

Gráfico 11: Puntaje de Participación en *side events* de conferencias A+



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Ser parte de estos espacios es el estándar internacional de excelencia para el desarrollo científico y académico en las disciplinas de IA. Que los académicos y académicas de la región estén presentes en los tracks principales, es el resultado del **fortalecimiento de los ecosistemas de investigación locales** y la internacionalización del trabajo científico en cada país. Ambos elementos deben ser tomados en cuenta para entender a cabalidad de qué forma se puede fortalecer el ecosistema de producción científica.

Informe

Caracterización de la investigación y colaboración académica en América Latina y el Caribe

En la versión 2023, se reportó la colaboración académica entre países de LATAM y 13 zonas geográficas en periodos de cinco años. En la de 2024, se incorporaron siete países y se enfocó el análisis en dos periodos, cada uno de seis años.

En la Tabla 1, se puede se destaca el hecho de que las colaboraciones crecen al menos al doble en todas las zonas de un período a otro, y hay cambios significativos en la distribución de la importancia relativa de las zonas con las que se colabora.

Particularmente, la velocidad con la que aumentan las colaboraciones con destinos no tradicionales (Canadá, EE.UU, LATAM y Europa) es dos veces más rápida que el promedio, lo que refleja una creciente internacionalización y diversificación de la comunidad de IA de América Latina y el Caribe.

Tabla 1: Colaboración académica en América Latina y el Caribe

2012-2017			2018-2023			
Zona	Nº de colaboraciones	%	Zona	Nº de colaboraciones	%	Cambio
Europa	5.436	57.03%	Europa	12.084	50.67%	-7
EE.UU.	1.517	15.91%	EE.UU.	3.143	13.18%	-2,5
LATAM	889	9.33%	LATAM	2.099	8.80%	-0,5
Canadá	415	4.35%	Canadá	1.014	4.25%	1,5
Asia	307	3.22%	Asia	1.000	4.19%	0,97
China	262	2.75%	China	961	4.03%	-0,32
Oceanía	225	2.36%	Oceanía	761	3.19%	0,67
Turquía	17	0.18%	Turquía	591	2.48%	1,5
Medio Oriente	118	1.24%	Medio Oriente	519	2.18%	0,94
India	93	0.98%	India	380	1.59%	0,72
África	83	0.87%	África	176	0.74%	0,32
Rusia	40	0.42%	Rusia	87	0.36%	0,18
Otros	130	1.36%	Otros	1.035	4,34%	2,98
Total	9.532		Total	23.850		

Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

La comparación arroja, en primer lugar, un **aumento muy relevante de la producción académica**, que pasa de 9.532 en el periodo 2012-2017, a 23.850 entre 2018-2023.

El crecimiento de las colaboraciones se distribuye de manera más heterogénea en el segundo periodo de análisis, lo que se traduce en una caída relativa de la importancia que tienen proporcionalmente los países de Europa, EE.UU. y Latinoamérica en la composición del panorama total de nexos científicos.

Por su parte, Europa aumenta de 5.434 colaboraciones a 12.084, un incremento del 220% en el periodo. Sin embargo, al mismo tiempo cae de 57% del total a un 50%, siendo la caída relativa y bruta de participación más relevante de toda la muestra. En tanto, EE.UU. muestra un aumento de 1.517 a 3.143 colaboraciones, cerca de un 200%, pero también cae en términos de importancia relativa 2,5 puntos porcentuales, llegando a 13,18% del total.

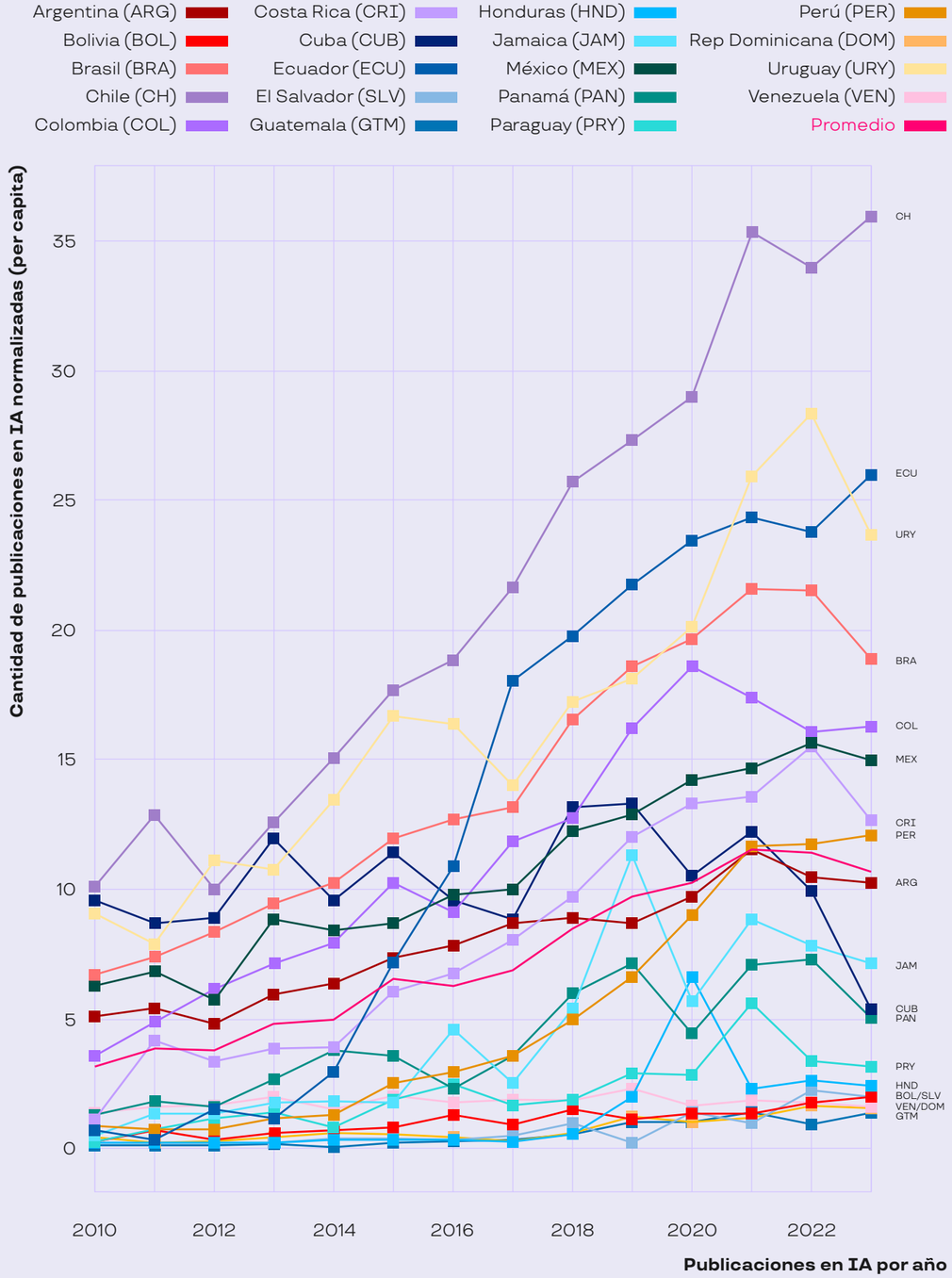
Por último, las colaboraciones dentro de LATAM, es decir, de autores asociados a instituciones latinoamericanas y de la cuenca del Caribe con otros autores asociados a este tipo de instituciones, muestra un aumento del 233%, pasando de 889 a 2099 entre ambos sexenios. Pese a ello, la importancia relativa de las colaboraciones intrarregionales cae 0,5 puntos porcentuales.

Las zonas que representan más del 1% de las colaboraciones aumentan de 5 a 7, observándose los cambios más relevantes en la cantidad de colaboraciones con China, que crece un 387%, e India, que aumenta un 635%.

Más allá de que los aumentos se explican por una baja base de comparación, lo cierto es que refuerzan la idea de la internacionalización de la colaboración científica y académica del ecosistema de América Latina. La importancia relativa del top 3 de zonas pasa de un 82,27% a un 72,65%, una caída de 10 puntos porcentuales. Ésta es consistente con los cambios en la matriz de migración de talento, siguiendo el mismo patrón de mayor diversidad en los destinos a los cuales académicos de la región acuden para desarrollar estudios de postgrado, lo que redunda en la creación de redes de colaboración y posterior trabajo conjunto.

En términos de publicaciones agregadas, el **Gráfico 1** exhibe el número de publicaciones anuales por país normalizado por número de habitantes, desde el 2010 al 2023.

Gráfico 1: Publicaciones en IA por año.



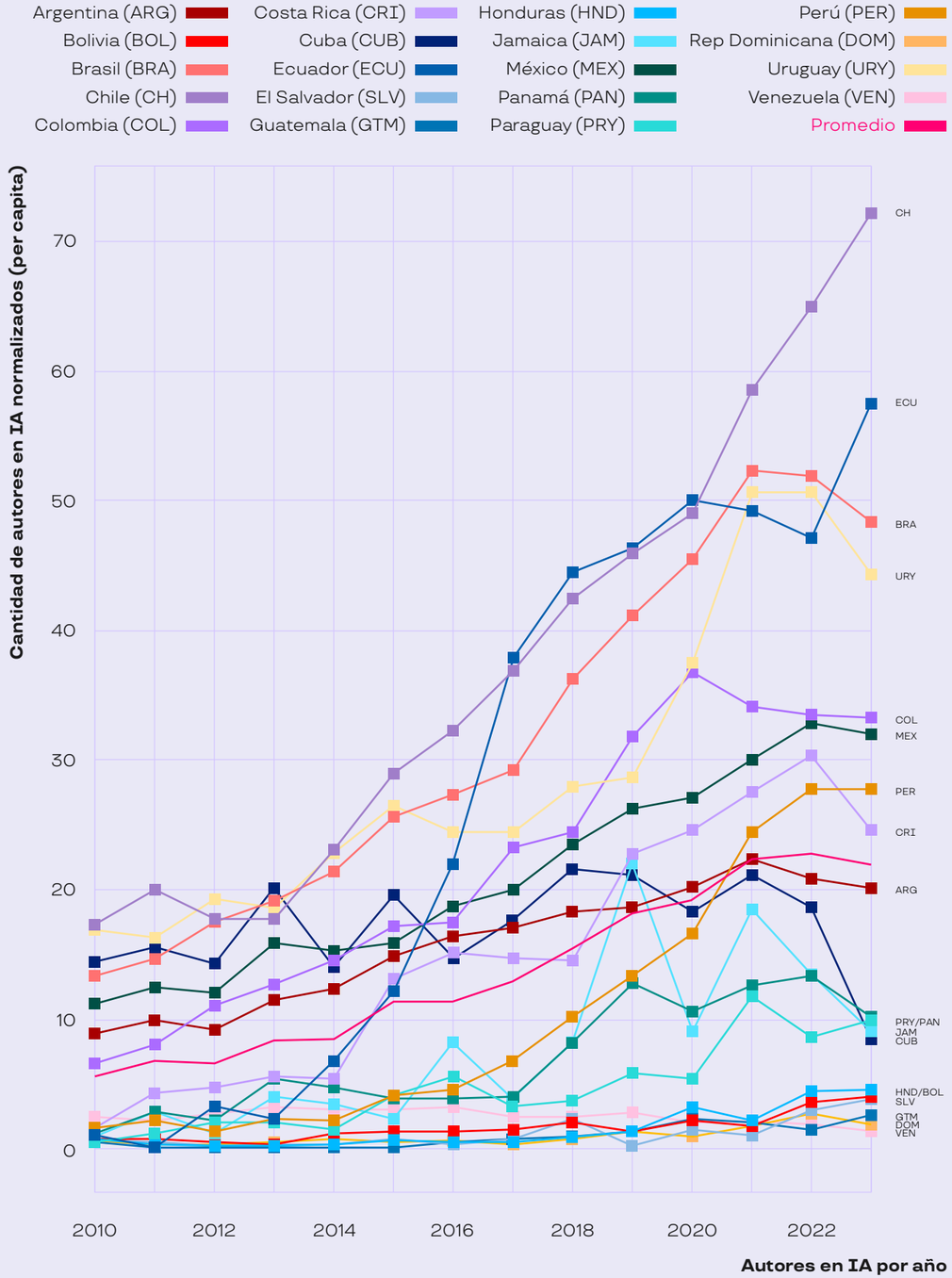
Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Lo primero que destaca de este gráfico es que hasta el año 2021 existe un crecimiento continuo de producción académica asociada a la IA, tanto entre los países pioneros como en los adoptantes. El gráfico también revela que la caída en la producción académica para todos los países que mostraba el ILIA 2023, está asociada a un rezago en la producción científica como consecuencia de la pandemia o, eventualmente, a la existencia de un cuello de botella en conferencias y revistas especializadas que redujeron el número de publicaciones (fenómeno transitorio para la mayoría de los países).

Cabe señalar que Chile, Colombia y Ecuador muestran una recuperación que se acerca o supera los niveles prepandemia, mientras que Brasil, Uruguay y Costa Rica mantienen una tendencia rezagada. En tanto, ocho países se ubican por encima del promedio de publicaciones en la región (11): Chile (35), Ecuador (25), Uruguay (23), Brasil (17), Colombia (15), México (14), Costa Rica y Perú (11). Por otro lado, hay un grupo de ocho países que no superan las cinco publicaciones anuales en la disciplina, hecho que debe tenerse en cuenta al analizar las capacidades de investigación de esos ecosistemas.

En el **Gráfico 2** se analiza el número de autores en la disciplina por año. Con el propósito de facilitar la comparación entre países, se procedió a normalizar el número de autores por país en cada año, igual que en la versión anterior.

Gráfico 2: Autores en IA por año



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Comparar las tendencias de la cantidad de autores y el número de publicaciones permite entender qué elementos inciden en la productividad académica en los últimos años. Se aprecia un crecimiento sostenido de autores y autoras en Chile y Ecuador, lo que ha permitido sostener un alto volumen de publicaciones.

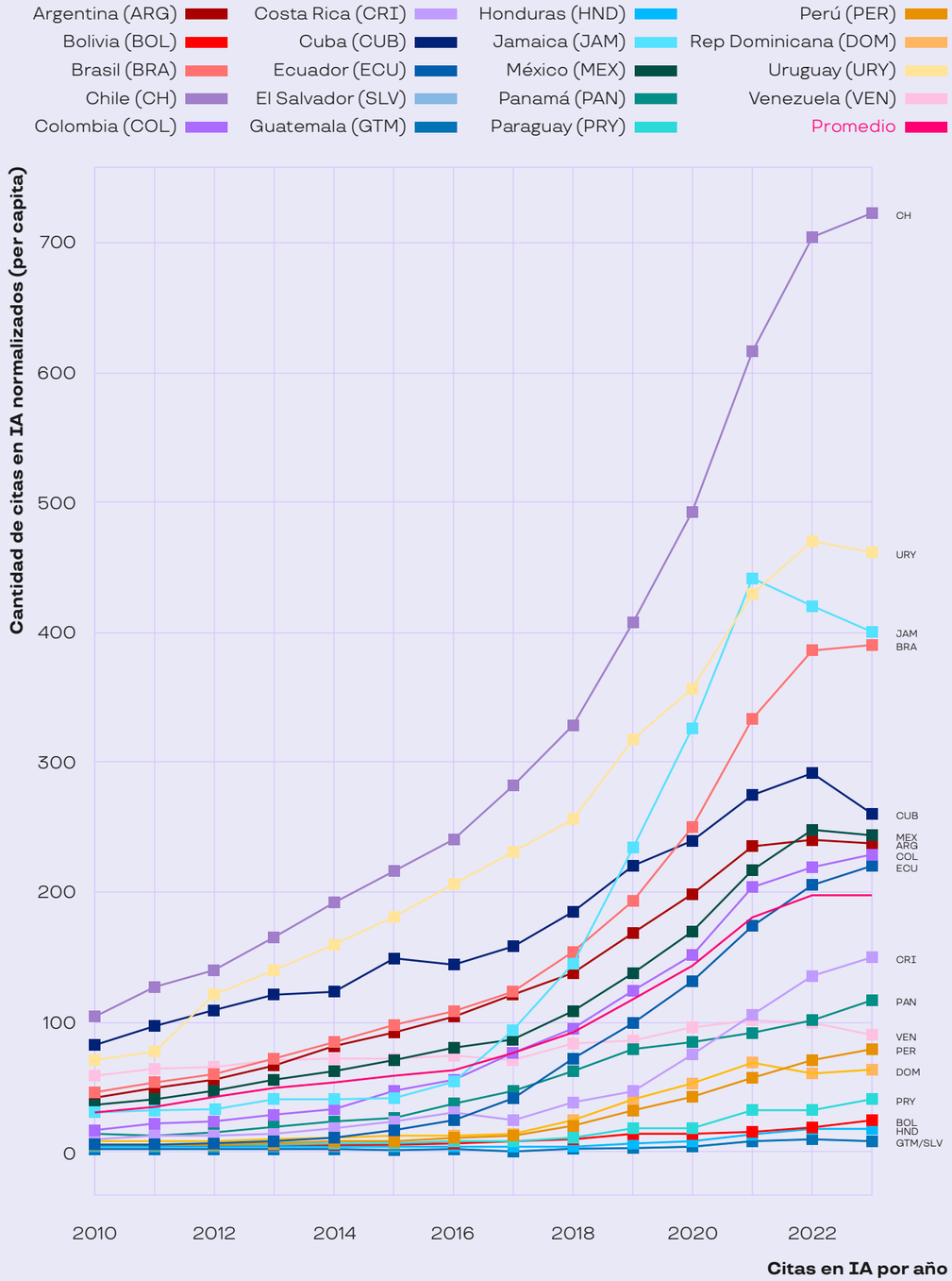
Por otro lado, Brasil y Uruguay muestran una caída sostenida desde 2021, lo que aparentemente ha tenido un impacto en la cantidad de publicaciones totales. Por su lado, México y Colombia han mostrado mayor resiliencia, sin cambios significativos en el volumen de autores y autoras que componen su ecosistema.

Este gráfico mantiene las disparidades en el crecimiento del número de autores entre los distintos países, manifestándose tanto en naciones líderes en investigación y desarrollo, como en aquellos con un posicionamiento más bajo en el ILIA, pero que experimentan avances acelerados en el ámbito de la investigación. De este modo, Chile muestra 70 autores por millón de habitantes, mientras que Ecuador 55. Brasil y Uruguay, en tanto, tienen 48 y 45 autores cada uno respectivamente.

El resto de países de la región tienen una evolución a lo largo de la serie que sigue la misma tendencia de la evidenciada en el primer gráfico, lo que refleja una correlación autor / publicación muy estrecha.

Finalmente, se examina la producción académica de los países de la región a través del análisis del número de citas en revistas científicas y su participación en conferencias o actividades equivalentes. En el **Gráfico 3** se muestra el número de citas anuales por país normalizado por número de habitantes, desde el 2012 al 2023.

Gráfico 3: Impacto de la producción científica en IA por año



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Al analizar el impacto basado en citas, vemos que los países que encabezan son Chile y Uruguay, con 700 y 420 citas respectivamente. Desde el 2018 en adelante, Jamaica y Brasil muestran crecimientos muy acelerados, homologando la pendiente de la curva de los dos líderes. Ambas naciones se ubican en el tercer y cuarto lugar con 410 citas aproximadamente. Entre las 200 y 300 citas anuales encontramos al segundo grupo de países, compuesto por Cuba, México, Argentina, Ecuador y Colombia. El resto de países registran menos de 150 citas anuales.

En síntesis, Uruguay y Chile exhiben un claro liderazgo en materia de producción académica, una observación que se apoya en sólidos ecosistemas universitarios que permiten una proyección de iniciativas académicas de más largo plazo. Al mismo tiempo, las condiciones laborales derivadas de esta estructura favorecen la permanencia de científicos en la academia en un rol de productores de conocimiento, algo que no es tan evidente en otros países de la región. Al mismo tiempo, la estructura de incentivos y fondos concursables en esos países podría estar relacionado con el fenómeno.

Gráfico 4: Número de publicaciones en el Top 10 de disciplinas OCDE en América

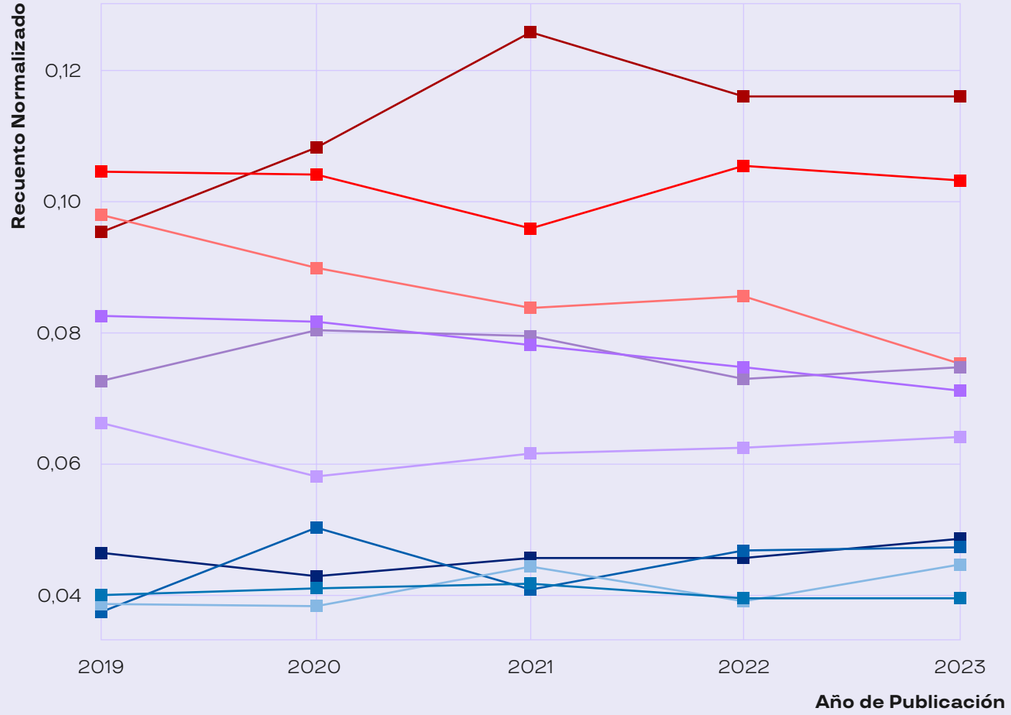
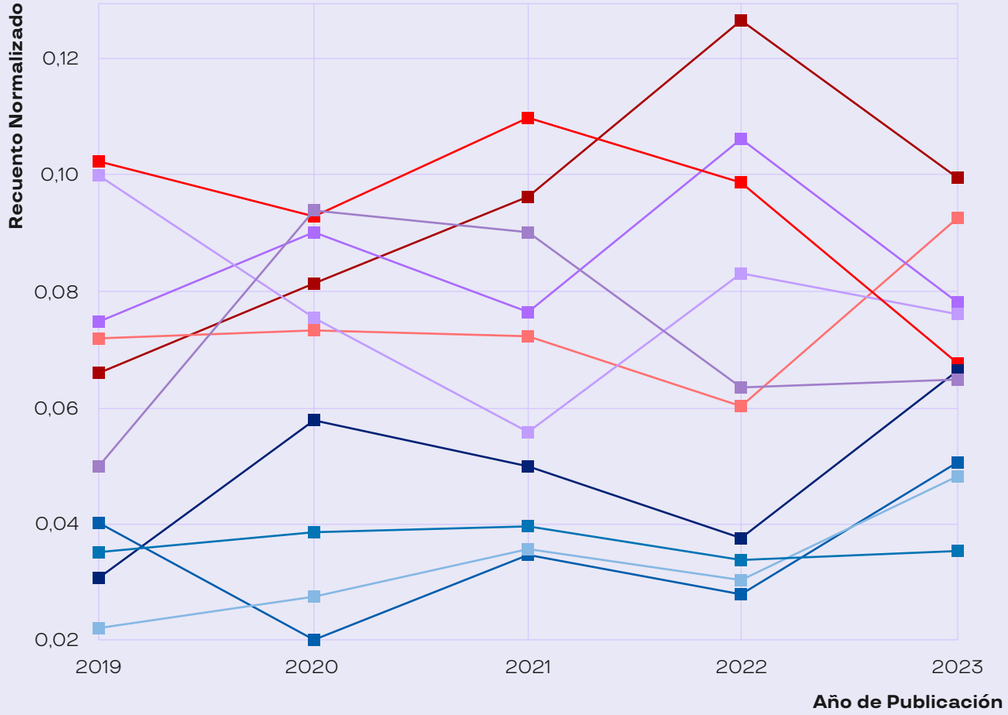


Gráfico 5: Número de publicaciones en el Top 10 de disciplinas OCDE en el Caribe



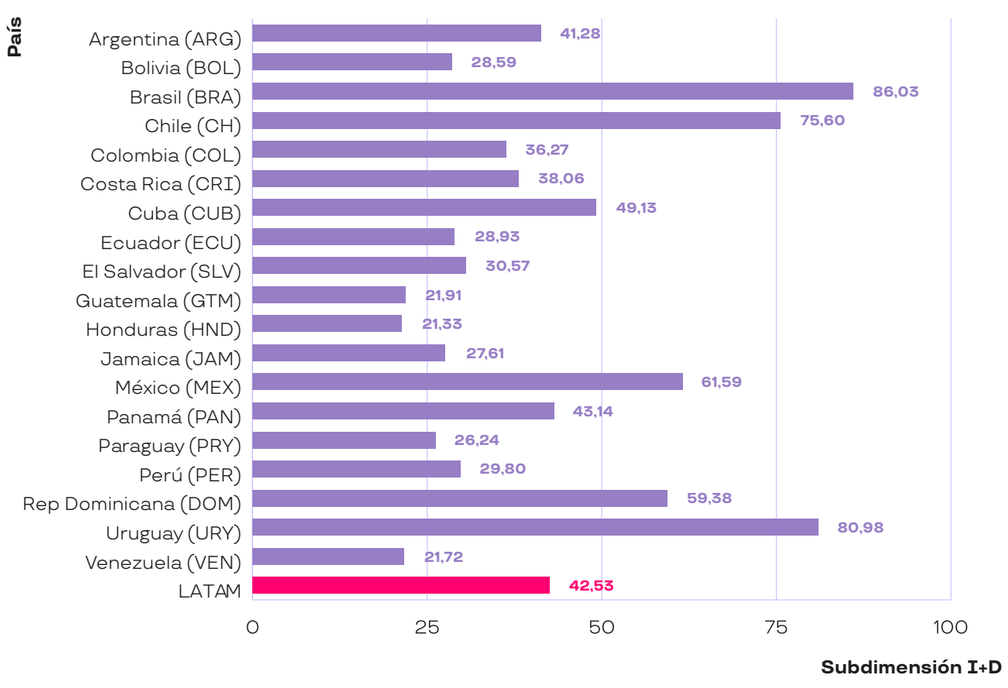
D.4. Subdimensión de Innovación y Desarrollo

Enfocada en evaluar el dinamismo y la capacidad creativa de los países en el ámbito de la IA a través de dos indicadores como Innovación y Desarrollo, esta subdimensión recoge información fundamental para entender cómo los países están contribuyendo al desarrollo de tecnologías abiertas, aportando calidad en plataformas colaborativas y generando patentes para proteger la propiedad intelectual.

En esta versión del índice, la subdimensión representa el **30% de la ponderación total** de la dimensión de I+D+A.

A partir del **Gráfico 12** se puede observar el comportamiento de la región en esta subdimensión, con un promedio de 42,53. Lideran **Brasil con 86,03 puntos y Uruguay con 80,98. Le siguen Chile (75,6) y, más abajo, México (61,59).**

Gráfico 12: Puntaje subdimensión Innovación y Desarrollo (I+D)



Fuente: ILIA 2024 / Datos: CENIA

Países con alto desempeño en Innovación y Desarrollo (sobre 75 puntos): Destacan por sus altos puntajes, indicando un fuerte enfoque en innovación y desarrollo, como es el caso de Brasil (86,03), Uruguay (80,98) y Chile (75,60).

Países con desempeño moderado en Innovación y Desarrollo (35 a 75 puntos): Tienen un desempeño moderado, por encima del promedio regional, pero con margen para mejorar. Entre ellos se cuentan México (61,59), República Dominicana (59,38), Cuba (49,13), Panamá (43,14), Argentina (41,28), Costa Rica (38,06) y Colombia (36,27).

Países con bajo desempeño en Innovación y Desarrollo (hasta 35 puntos): Son aquéllos que, por sus puntajes más bajos, enfrentan desafíos significativos en este ámbito. Es el caso de El Salvador (30,57), Perú (29,80), Ecuador (28,93), Bolivia (28,59), Jamaica (27,61), Paraguay (26,24), Guatemala (21,91), Venezuela (21,72) y Honduras (21,33).

A continuación se presentan los resultados de los indicadores de esta subdimensión, junto con los de sus respectivos subindicadores.

D.4.1 Innovación

Este indicador muestra la capacidad de cada uno de los 19 países para generar **nuevas ideas, tecnologías y productos basados en IA**, y convertirlas en soluciones y servicios que generen valor económico y social.

En la versión anterior del índice, el enfoque para evaluar este indicador estaba puesto en las inversiones entrantes en IA, es decir, en todo el flujo de capital destinado a empresas o proyectos relacionados con la IA. Esto permitió analizar la vitalidad del ecosistema innovador y emprendedor y conocer, de paso, cuán atractivo resulta el sector de la IA para los inversionistas.

Este año, se sumaron cuatro subindicadores que buscan analizar la escalabilidad de las iniciativas y el compromiso de cada país con la investigación y desarrollo de productos y servicios comerciales derivados de la IA. Son siete los subindicadores que determinan el estado de la innovación:

a) Número de inversiones privadas
b) Valor total estimado de la inversión privada
c) Empresas de IA
d) Empresas unicornio
e) Gasto en investigación y desarrollo en proporción al PIB
f) Desarrollo de aplicaciones
g) Entorno emprendedor

Según muestra el **Gráfico 13**, el promedio regional para este indicador es de 31,57 puntos, siendo siete países los que logran superar ese puntaje. **Chile cuenta con 67,54 puntos y Brasil con 65,37, y más abajo se ubica Uruguay con 51,65.**

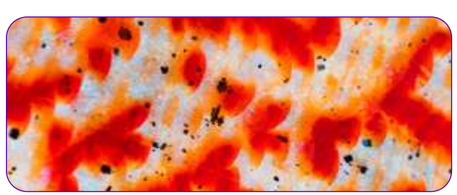
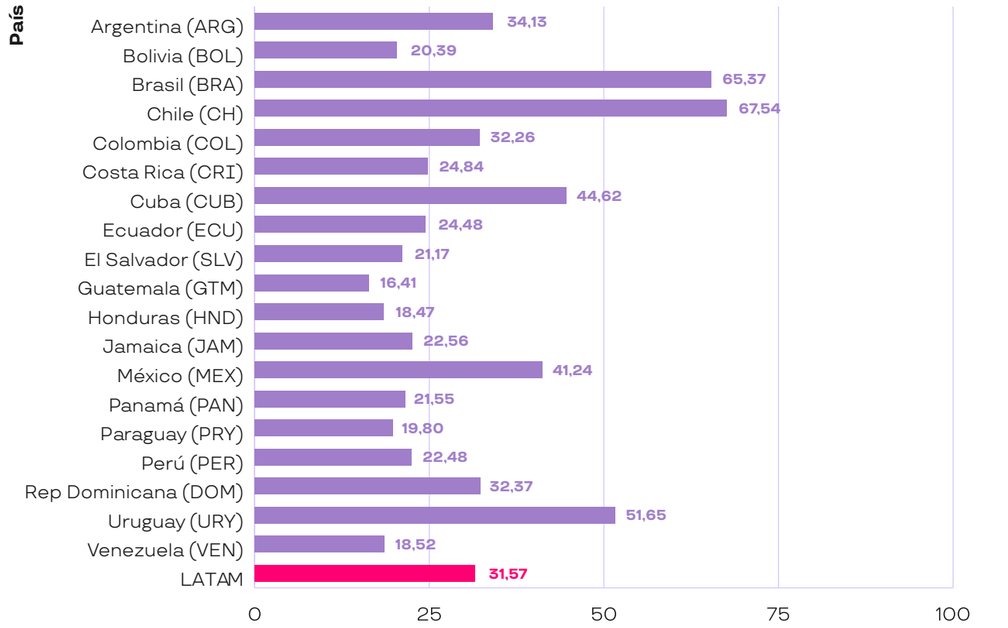


Gráfico 13: Puntaje subdimensión Innovación y Desarrollo



Fuente: ILIA 2024

a) Número de inversiones entrantes; y Valor estimado de la inversión entrante en IA

El **Número de inversiones entrantes en IA** contempla la colocación de dinero en empresas relacionadas con la IA, considerando rondas de capital de riesgo, rondas de capital privado y transacciones de fusiones y adquisiciones (M&A) con empresas objetivo en el país indicado durante la última década. El **Valor estimado de inversión entrante en IA** se refiere a la cantidad total de capital que se proyecta que invertirán actores privados en este sector tecnológico durante un período específico.

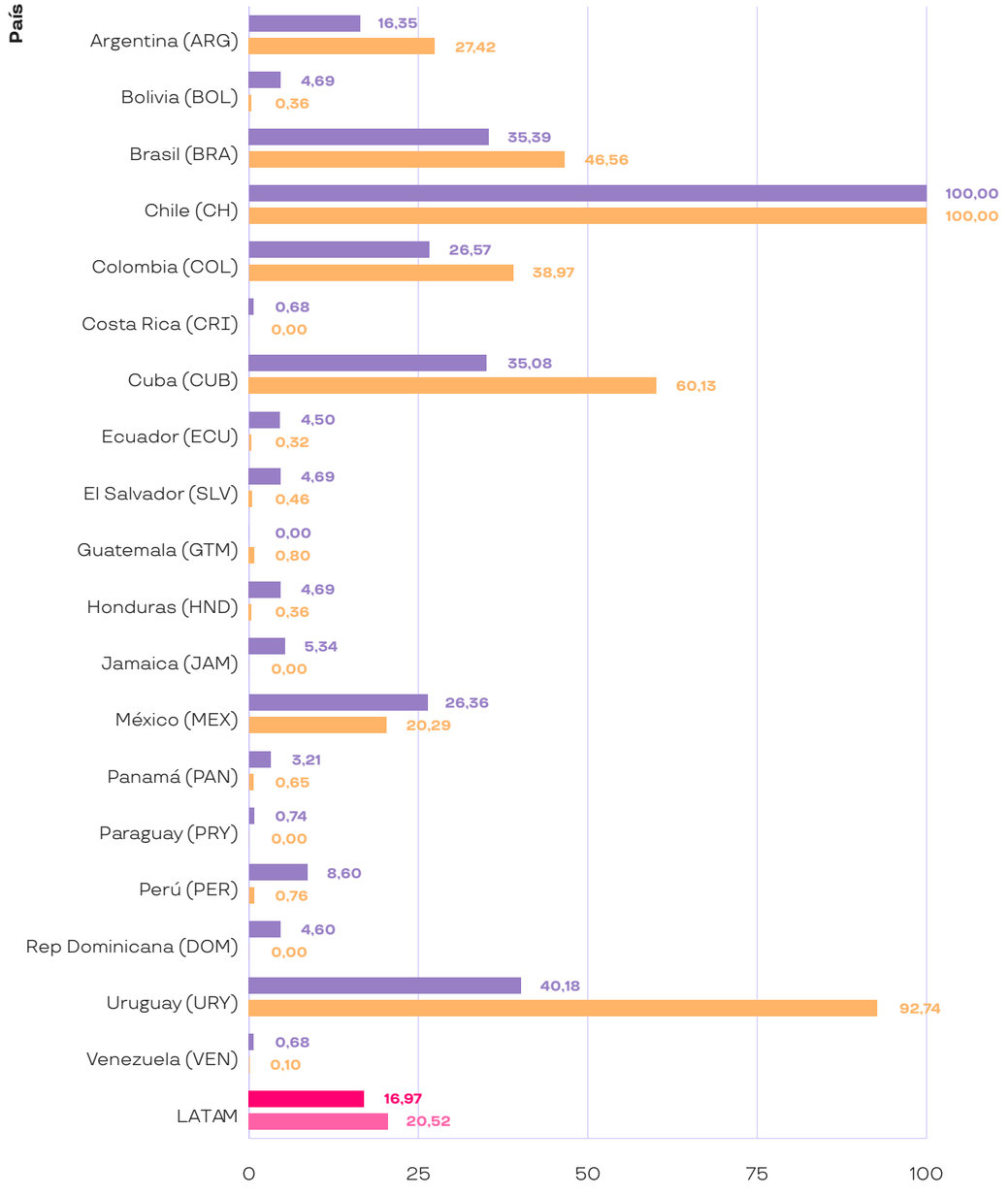
Para llegar a resultados concretos en este subindicador, se extraen métricas del *Country Activity Tracker (CAT)*, herramienta que

permite monitorear investigaciones, patentes e inversión en IA. Los datos de este último ítem, a su vez, se obtienen de Crunchbase, una plataforma que cuenta con el perfil de empresas y startups y que, entre otros, proporciona información sobre inversión de capital en empresas privadas relacionadas con la IA.

Este dato tiene limitaciones, ya que las métricas del CAT solo capturan un tipo específico de actividad de inversión en IA y no todas las asociadas a ésta, como la compra de servicios de consultoría o SaaS. En tanto, el subindicador de inversión entrante en IA no incluye montos invertidos dentro del mismo país, pero se considera un buen proxy para medir el dinamismo y la diversidad de proyectos privados en IA, así como el valor económico de estos proyectos en relación con el contexto local.

En el **Gráfico 14** se observa que se mantienen las disparidades en materia de inversión entre los países respecto de la versión anterior del índice. **Vuelven a destacar Chile y Uruguay** como aquéllos que presentan mayor madurez en este subindicador. Mientras Chile presenta 100 puntos, tanto en la cantidad de operaciones como en el valor total de éstas, Uruguay alcanza un puntaje alto en el valor total de inversiones, es decir recursos disponibles con 92,74 puntos; pero no así en el número de las operaciones (40,18 puntos), a pesar de que dobla el promedio regional (20,52) en este último subindicador.

Gráfico 14: Puntaje de Número de inversiones entrantes y Valor estimado de la inversión entrante



Fuente: ILIA 2024 / Datos: Country Activity Tracker, Crunchbase

**El subindicador número de inversiones entrantes PIB per cápita / vecino más cercano: BOL CRI CUB HND*

**El subindicador valor estimado de la inversión entrante PIB per cápita fue imputado con técnica de vecino más cercano: BOL CRI CUB HND*

b) Empresas de IA

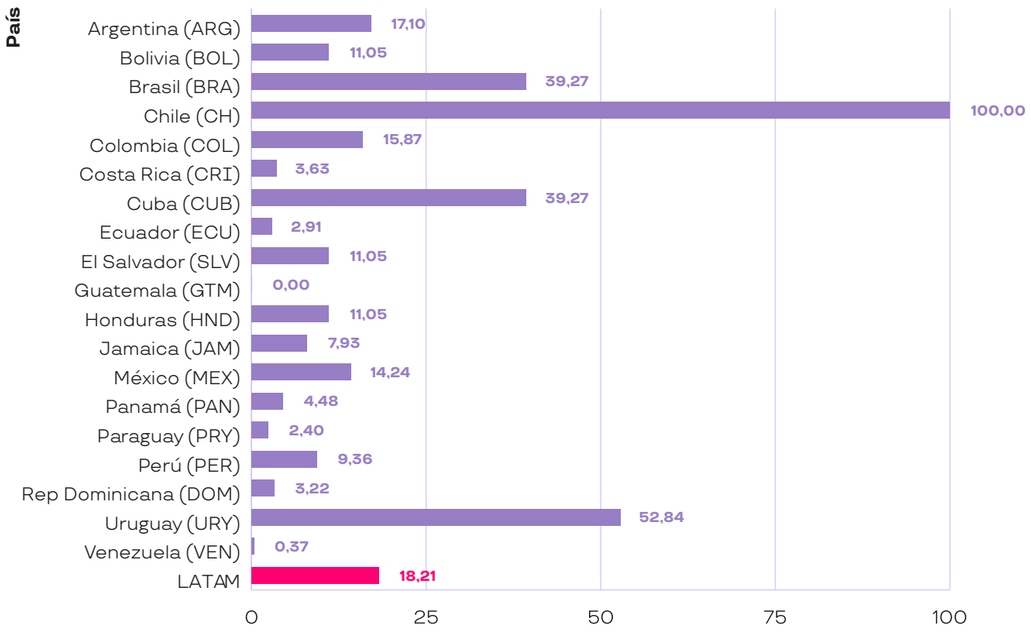
Tomando los datos de Crunchbase, este subindicador hace referencia a la **cantidad de *startups* y otras empresas de IA** de capital privado que no cotizan en bolsa y que cuentan con sede en un país determinado.

De acuerdo a lo que exhibe el **Gráfico 15**, el ecosistema privado de IA en Latinoamérica y el Caribe es incipiente y presenta una notable concentración en unos pocos países. Con un puntaje regional de 18,21, la mayoría de los países están rezagados en la creación y desarrollo de este tipo de empresas, lo cual es congruente con el volumen de inversión privada en IA.

Son dos países los que lideran en lo que se refiere a la existencia de este tipo de empresas: **Chile con 100 puntos y Uruguay, más abajo, con 52,84.** Por su parte, Brasil (39,27) y Argentina (17,10), muestran algún grado de madurez en la consolidación de este tipo de compañías, pero en la región se evidencia un retraso estructural en la capacidad de fomentar la innovación y el emprendimiento tecnológico en el sector comercial y el industrial.

Todo lo anterior, subraya la necesidad de fortalecer los entornos que favorezcan la creación de empresas de IA en Latinoamérica para impulsar el crecimiento económico y la competitividad en el ámbito tecnológico.

Gráfico 15: Puntaje de Empresas en IA



**El subindicador contiene datos imputados por método PIB Per Cápita / vecino más cercano: BOL CUB HND*

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Emerging Technology Observatory

c) Empresas unicornio

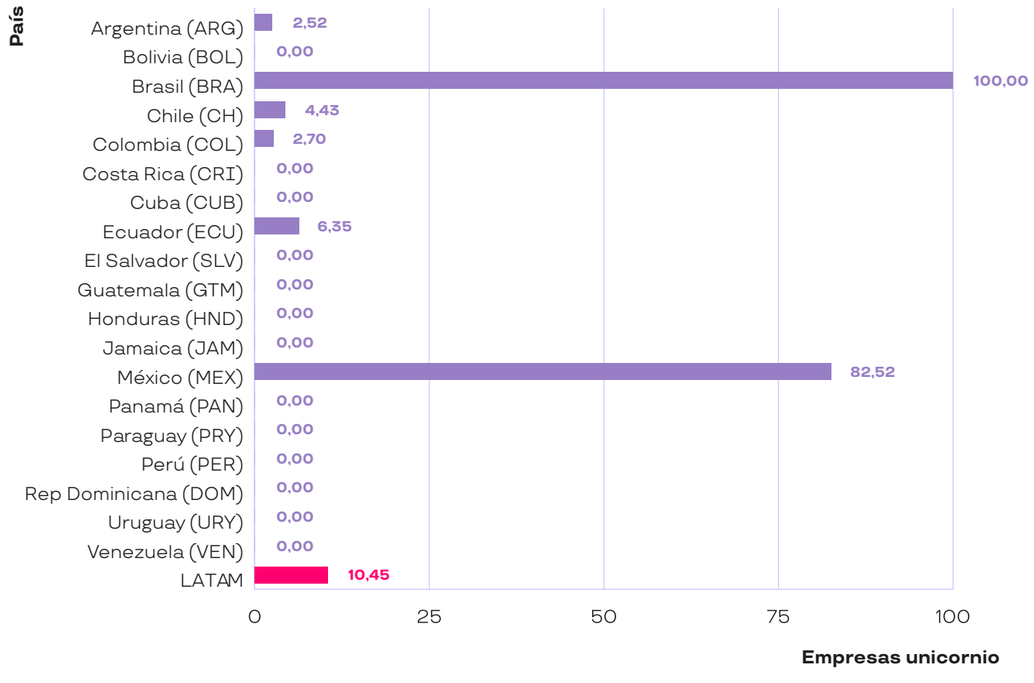
Este subindicador mide la cantidad de empresas o startups unicornio (con valoración o cotización superior a USD 1.000 millones), pues reflejan la capacidad de un ecosistema para transformar la investigación científica en valor comercial a través de la innovación.

La presencia de **Empresas unicornio** en la región es **extremadamente limitada**, lo que demuestra una falta de ecosistemas empresariales maduros en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe. En este contexto, la ausencia de este tipo de compañías, pone de relieve el desafío de atraer grandes inversiones, fomentar la innovación y crear un entorno que impulse el crecimiento de nuevos negocios a gran escala.

Tal como evidencia el **Gráfico 16, solo Brasil (100) y México (82,52)** presentan puntajes que les permiten ser categorizados como participantes de este tipo de ecosistemas. Y aunque Ecuador (6,35), Chile (4,43), Colombia (2,70) y Argentina (2,52) muestran cierta madurez en el horizonte latinoamericano, el resto de países está lejos de estos puntajes, pues no cuentan con empresas unicornio.

La situación evidencia la necesidad de **robustecer los mecanismos de apoyo y financiamiento** para el escalamiento de startups, con el objetivo de que se consoliden como empresas unicornio. Esto incluye el fortalecimiento de redes de apoyo para la expansión de estas empresas en mercados internacionales y el desarrollo de fondos de inversión de alto nivel que faciliten su crecimiento.

Gráfico 16: Puntaje Empresas unicornio



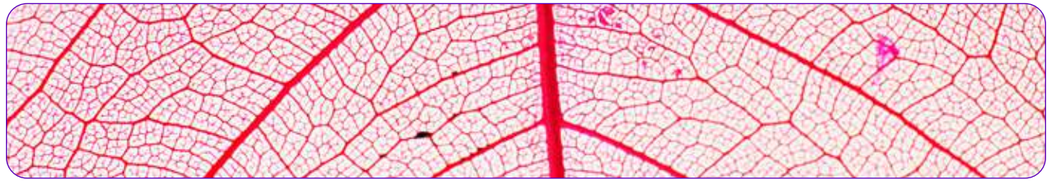
Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Unicorn Club

La **Tabla 6** muestra los unicornios que han surgido en la región, destacando la ciudad de Sao Paulo, Brasil, que se ha convertido en un ecosistema exitoso para el escalamiento de startups. Este caso puede ofrecer claves sobre las acciones y políticas públicas necesarias para fomentar este tipo de empresas.

Tabla 6: Empresas unicornio en países ILIA 2024

"Global Unicorn Club: Private Companies Valued at $1B+ (as of March 20th, 2024)"

Company	Valuation ($B)	Date Joined	Country	City	Industry	Select Investors
Uala	$2,45	13/8/2021	Argentina	Buenos Aires	Financial Services	Soros Fund Management, Ribbit Capital, Monashees+
QuintoAndar	$5,10	9/9/2019	Brazil	Campinas	Financial Services	Kaszek Ventures, General Atlantic, SoftBank Group
C6 Bank	$5,05	2/12/2020	Brazil	São Paulo	Financial Services	Credit Suisse
Creditas	$4,80	18/12/2020	Brazil	São Paulo	Financial Services	Kaszek Ventures, Amadeus Capital Partners, Quona Capital
Nuvemshop	$3,10	17/8/2021	Brazil	São Paulo	Consumer & Retail	Kaszek Ventures, Qualcomm Ventures, Accel
Wildlife Studios	$3,00	5/12/2019	Brazil	São Paulo	Media & Entertainment	Benchmark, Bessemer Venture Partners
Unico	$2,60	3/8/2021	Brazil	São Paulo	Enterprise Tech	Big Bets, General Atlantic, SOFTBANK Latin America Ventures
CloudWalk	$2,15	8/9/2021	Brazil	São Paulo	Financial Services	Plug and Play Ventures, Valor Capital Group, DST Global
Loggi	$2,00	5/6/2019	Brazil	São Paulo	Industrials	Qualcomm Ventures, SoftBank Group, Monashees+
Dock	$1,50	12/5/2022	Brazil	São Paulo	Financial Services	Viking Global Investors, Riverwood Capital, Lightrock
Olist	$1,50	15/12/2021	Brazil	Curitiba	Consumer & Retail	Redpoint e.ventures, Valor Capital Group, SoftBank Latin America Fund
Loft	$1,46	3/1/2020	Brazil	São Paulo	Financial Services	Monashees+, Andreessen Horowitz, QED Investors
Neon	$1,38	14/2/2022	Brazil	São Paulo	Financial Services	Propel Venture Partners, Monashees+, BBVA
QI Tech	$1,00	31/10/2023	Brazil	São Paulo	Financial Services	General Atlantic
CargoX	$1,00	21/10/2021	Brazil	São Paulo	Industrials	Valor Capital Group, Lightrock, Softbank Group
MadeiraMadeira	$1,00	7/1/2021	Brazil	Paraná	Consumer & Retail	Flybridge Capital Partners, SoftBank Group, Monashees+
EBANX	$1,00	16/10/2019	Brazil	Curitiba	Financial Services	FTV Capital, Endeavor
Movile	$1,00	12/7/2018	Brazil	São Paulo	Consumer & Retail	Innova Capital - FIP, 3G Capital Management, Prosus Ventures
NotCo	$1,50	26/7/2021	Chile	Santiago	Consumer & Retail	Kaszek Ventures, SOSV, Tiger Global Management
Betterfly	$1,00	11/2/2022	Chile	Santiago	Enterprise Tech	QED Investors, DST Global, Endeavor
Rappi	$5,25	31/8/2018	Colombia	Bogotá	Consumer & Retail	DST Global, Andreessen Horowitz, Sequoia Capital, Redpoint e.ventures
LifeMiles	$1,15	13/7/2015	Colombia	Bogotá	Consumer & Retail	Advent International
Habi	$1,00	11/5/2022	Colombia	Bogotá	Financial Services	Homebrew, Inspired Capital, Tiger Global Management
Kushki	$1,50	7/6/2022	Ecuador	Quito	Financial Services	Clocktower Technology Ventures, DILA Capital, Kaszek Ventures
Kavak	$8,70	1/10/2020	México	Lerma de Villada	Industrials	DST Global, SoftBank Group, Mountain Nazca
Bitso	$2,20	5/5/2021	México	Mexico City	Financial Services	Pantera Capital, QED Investors, Coinbase Ventures
Clip	$2,00	10/6/2021	México	Mexico City	Financial Services	Alta Ventures Mexico, General Atlantic, SoftBank Group
Konfio	$1,30	29/9/2021	México	Mexico City	Financial Services	Kaszek Ventures, QED Investors, International Finance Corporation
stori	$1,20	15/7/2022	México	Juarez	Financial Services	Vision Plus Capital, Source Code Capital, Lightspeed Venture Partners
Merama	$1,20	9/12/2021	México	Mexico City	Consumer & Retail	SoftBank Latin America Fund, Advent International, Balderton Capital
Nowports	$1,10	24/5/2022	México	Monterrey	Industrials	Monashees+, Foundation Capital, Base10 Partners
Clara	$1,00	6/12/2021	México	Mexico City	Financial Services	DST Global, General Catalyst, Monashees+



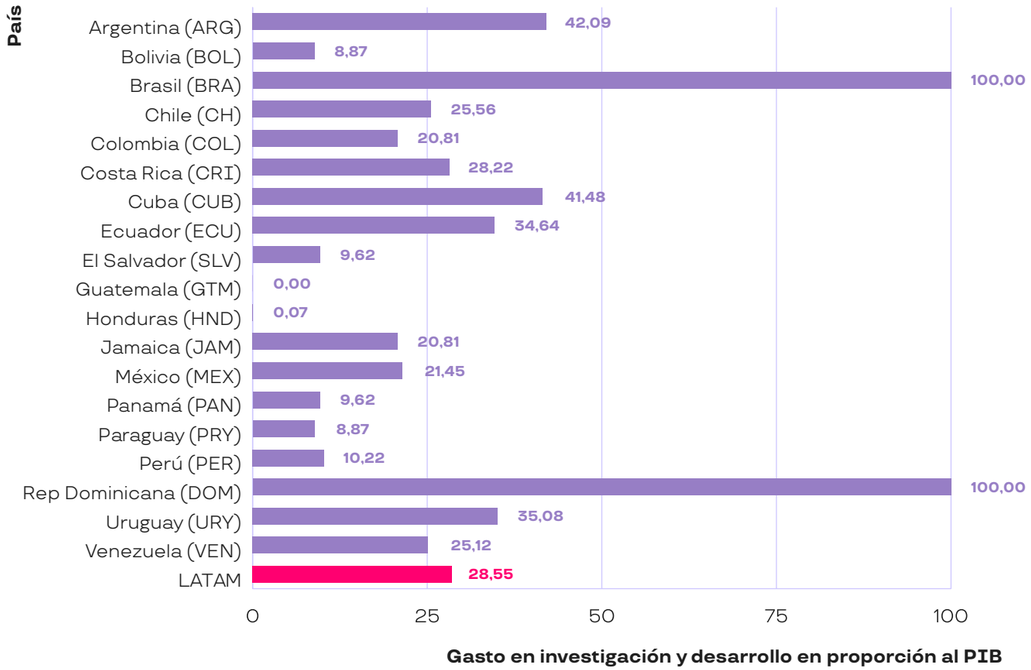
d) Gasto en I+D en proporción al PIB

Este subindicador se sumó para esta versión al indicador de Innovación con el fin de obtener un proxy del impacto que tiene la inversión en Investigación y Desarrollo en IA en el crecimiento económico de un país. Se trata del importe de los gastos en I+D divididos por la producción total de la economía (Producto Interno Bruto).

En el **Gráfico 17** es posible ver cómo la mayoría de los países se encuentran por debajo de los 50 puntos, **14 de ellos incluso debajo del puntaje promedio en la región (28,55)**. Estos países están entre los 0 y los 17,15 puntos.

El país que lidera esta variable es **Brasil con 100 puntos**, con un 1,17% de gasto en I+D en proporción a su PIB. Argentina, en tanto, presenta 42,09 con 0,53% de gasto en I+D en proporción a su PIB

Gráfico 17: Puntaje de Gasto en investigación y desarrollo en proporción al PIB



**El subindicador contiene datos imputados por método PIB Per Cápita / vecino más cercano: JAM DOM*

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Cepal

e) Desarrollo de aplicaciones

El Desarrollo de Aplicaciones basadas en la IA es un subindicador que permite medir el nivel de innovación tecnológica en un país, ya que refleja la capacidad para transformar los avances en **IA en soluciones prácticas.** Éstas pueden resolver problemas complejos, mejorar procesos y crear nuevos productos y servicios, generando valor económico y social.

Para medir este subindicador se tomaron los datos del *Índice de conectividad móvil de la GSMA* -que mide el desempeño de 173 países en relación con los factores clave que facilitan la adopción de Internet móvil- y se analizó la cantidad de aplicaciones desarrolladas localmente por persona.

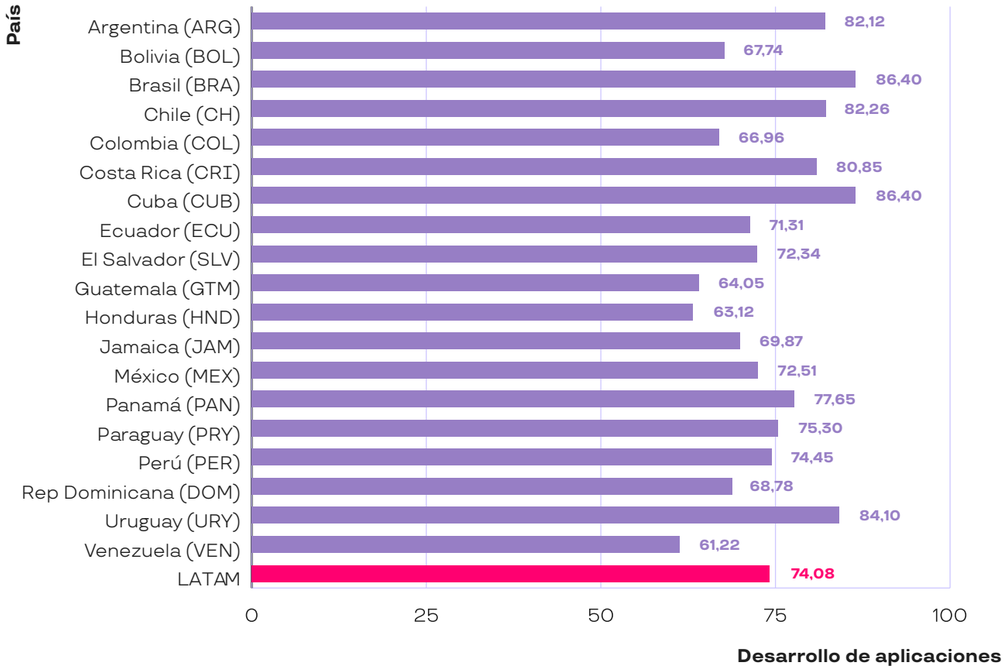
De acuerdo al **Gráfico 18**, el puntaje promedio regional alcanza los 74,08 puntos, siendo **Brasil el que destaca** en este subindicador con 86,40 puntos. Inmediatamente después se ubican **Uruguay con 84,10; Chile, con 82,26; y Argentina, con 82,12.**

Los resultados referidos a este subindicador evidencian que el desarrollo local de aplicaciones en Latinoamérica y el Caribe muestran un desempeño positivo, con naciones que superan los 60 puntos, lo que sugiere un ecosistema dinámico y en crecimiento, además de un proceso de transformación digital en la región.

A diferencia de los subindicadores anteriores, donde se observaba una gran dispersión en cuanto al avance de los países considerados, en éste se aprecia un nivel de desarrollo más uniforme. Esto revela una oportunidad significativa para un trabajo conjunto y un escalamiento regional de las potenciales aplicaciones que emergen en los próximos años en la región.

Brasil, Chile, Uruguay y Argentina se destacan muy probablemente, porque están aprovechando sus capacidades tecnológicas para fomentar la innovación y satisfacer necesidades locales.

Gráfico 18: Puntaje de Desarrollo de aplicaciones



**El subindicador contiene datos imputados por método PIB Per Cápita / vecino más cercano CUB*

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Mobile Connectivity Index

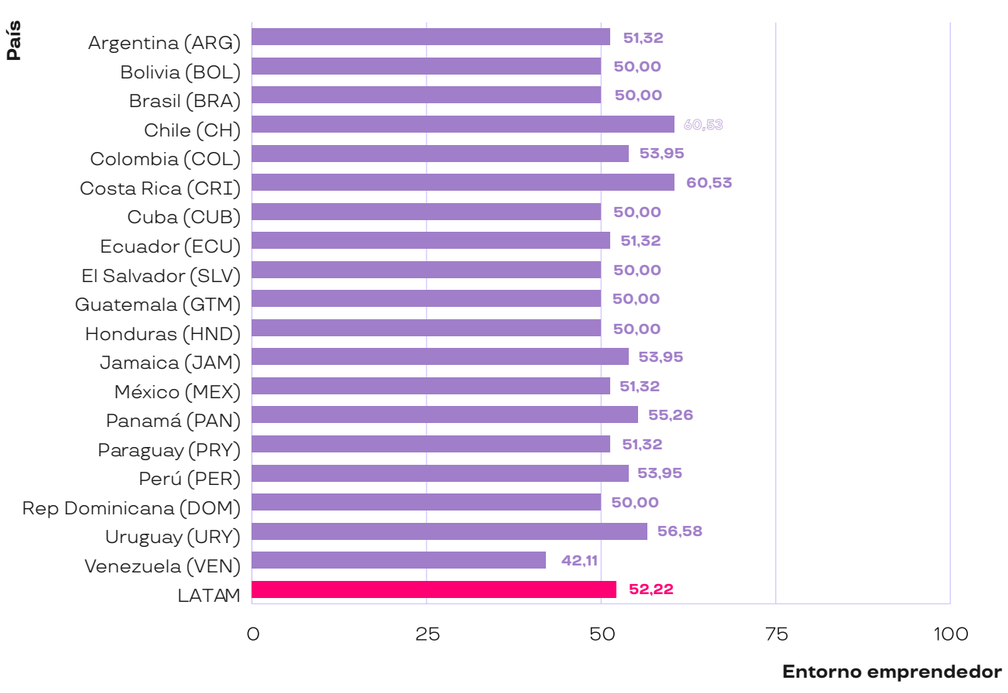
f) Entorno emprendedor

Analizar cuán apropiadas son las condiciones que favorecen el emprendimiento y la innovación, constituyen un factor esencial para el desarrollo de soluciones aplicadas basadas en IA, pues son las que **permiten generar oportunidades económicas** y abordar desafíos globales.

Para medir el subindicador de **Entorno emprendedor** se extrajeron los datos del Global Entrepreneurship Monitor (GEM), una evaluación anual de la actividad empresarial en diversos países y que refleja el resultado de un índice compuesto que evalúa una serie de factores que influyen en el despegue negocios: el acceso a financiamiento, las políticas gubernamentales, la actitud hacia el emprendimiento y la percepción de oportunidades para iniciar un negocio.

De acuerdo a lo que señala el **Gráfico 19** el entorno para los emprendedores en Latinoamérica presenta desafíos significativos para fomentar la innovación y el desarrollo de la IA. Con un puntaje regional de 52,22 puntos, se observa alta homogeneidad en las condiciones para el emprendimiento, donde **solo unos pocos países, como Chile y Uruguay, destacan** con entornos más favorables.

Gráfico 19: Puntaje de Entorno emprendedor



**El subindicador contiene datos imputados por método PIB Per Cápita / vecino más cercano BOL CRI CUB SLV HON JAM PRY PER DOM*

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Global Report

D.4.2. Desarrollo

El segundo indicador dentro de la subdimensión de Investigación y Desarrollo, es el de Desarrollo, que evalúa la capacidad de los países para innovar tecnológicamente y generar productos, procesos o servicios basados en la IA, que aporten un valor añadido, resuelvan problemas o satisfagan necesidades de manera más eficiente.

Este indicador está compuestos de tres subindicadores que permiten generar y utilizar el conocimiento en el campo de la IA de manera efectiva y sostenible:

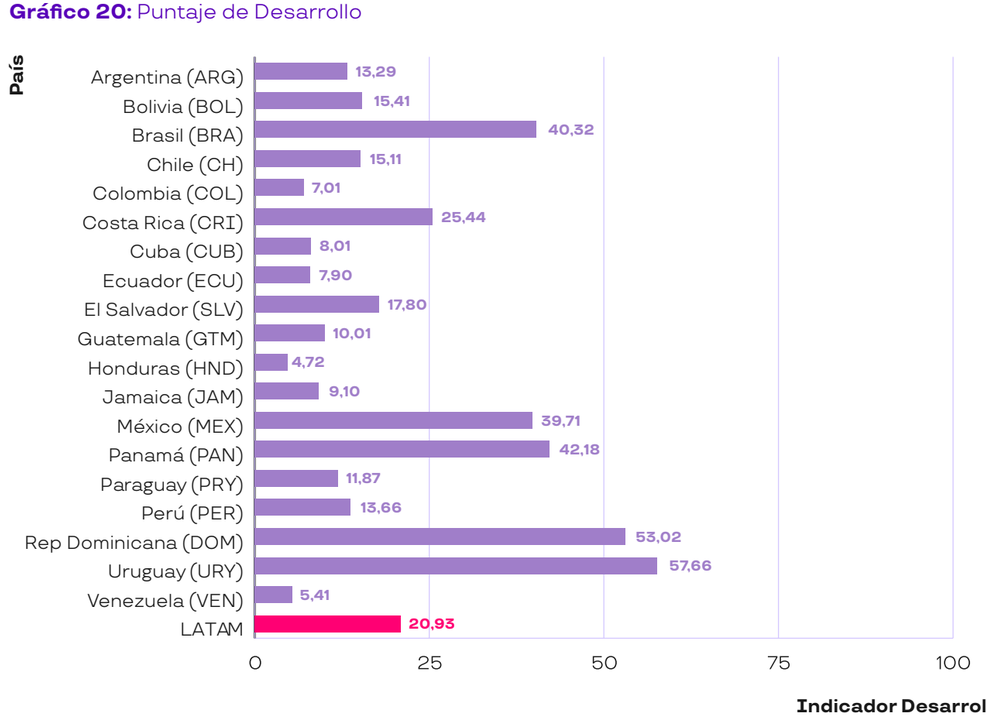
a) Productividad open source
b) Calidad open source
c) Cantidad de patentes

Dentro de la subdimensión de Innovación y Desarrollo, este indicador tiene un peso asignado que corresponde al 50% del total.

Según muestra el Gráfico 20, el progreso en la adopción de la IA para desarrollar soluciones innovadoras en la región es limitada, con un promedio regional de 20,93 puntos. Sin embargo, se observa que **Uruguay (57,66), República Dominicana (53,02) y Panamá (42,18) destacan** entre las demás naciones, principalmente, por su alto puntaje en la productividad de código abierto, probablemente por el alto talento de su comunidad de desarrolladores.

Le siguen **Brasil (40.32) y México (con 39.71),** que suben el promedio de este indicador por la solidez que muestran en la generación de patentes, es decir, la capacidad que tienen para llevar la investigación al plano de las soluciones concretas tanto a nivel público como privado.

Gráfico 20: Puntaje de Desarrollo



Fuente: ILIA 2024

En los siguientes puntos se detallan los resultados para cada uno de los subindicadores de Desarrollo.

a) Productividad open source; y Calidad *open source*

El software de código abierto (open source) es fundamental para el desarrollo y la expansión de la tecnología de IA, pues promueve el acceso y democratización, transparencia y confiabilidad, así como aceleración de los procesos de innovación.

Mientras la **Productividad open source** permite analizar la capacidad de una comunidad o país para generar código fuente abierto de alta calidad y relevancia, la **Calidad open source** se refiere a la excelencia, sofisticación, innovación o escalabilidad de éste.

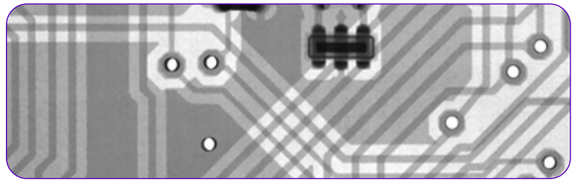
Para medir la productividad del código abierto, se utilizaron datos entregados por GitHub sobre la medida relativa de la actividad de desarrollo de software en relación con la cantidad de personas que contribuyen a ella en comparación con la población total. Es decir, la cantidad de contribuciones a proyectos de código abierto dentro de la comunidad tecnológica, lo que refleja el compromiso con la colaboración y la accesibilidad en IA.

Para evaluar la calidad del código abierto, se tomó en cuenta el promedio de estrellas (stars) recibido por un paquete en un repositorio en la plataforma de desarrollo colaborativo GitHub, lo que permitió medir el impacto de éste dentro de la comunidad de desarrolladores. En ambos casos, y al igual que en la primera versión, se usaron las etiquetas de los paquetes de datos para clasificar si son IA o desarrollo de software tradicional.

Evaluar el ecosistema digital en base a la productividad y calidad de las contribuciones open source permite entender el grado de colaboración del ecosistema de desarrollo técnico de IA.

Tal como muestra el **Gráfico 21, Panamá lidera la subdimensión de Productividad open source con 100 puntos**, que representan una relación de 77,5 entre commits y contributors. Le siguen República Dominicana y Costa Rica, con 66,97 y 61,15 puntos respectivamente (representan valores de 130,77 y 55,79 para la relación commits/contributors). Este subindicador es el que muestra mejores resultados relativos en la cuenca del Caribe en todo el ILIA, lo que es indicativo de oportunidades relevantes en la región en materia de desarrollo.

Por su parte, en Calidad open source se destaca **Uruguay con la máxima puntuación (100)** correspondiente a un promedio de **92,82** estrellas resultado de 6.126 estrellas en 66 repositorios. Luego está, desde muy lejos, Brasil con **30,18** puntos, que representan un promedio de 28,01 correspondientes a 88.113 estrellas en 3.146 repositorios. Finalmente Chile en tercer lugar con **20,72** puntos, los que a nivel de datos brutos representan un promedio de 19,23 estrellas correspondientes a 2.634 estrellas en 137 repositorios.



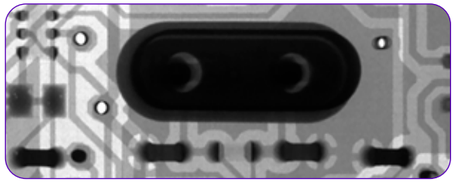
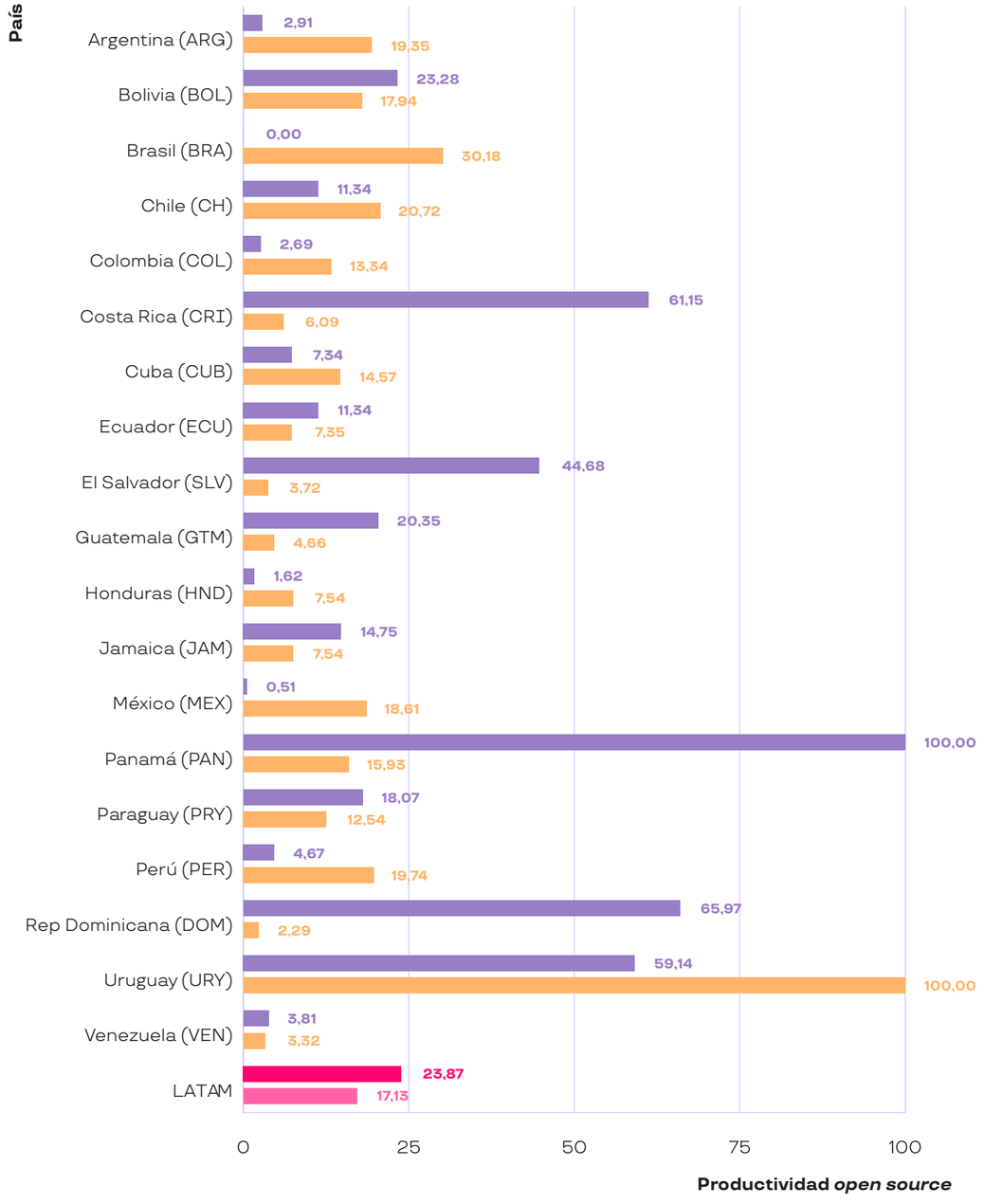


Gráfico 21: Puntaje de Productividad *open source* y Calidad open source



Fuente: ILIA 2024 / Datos: GITHUB

b) Cantidad de patentes

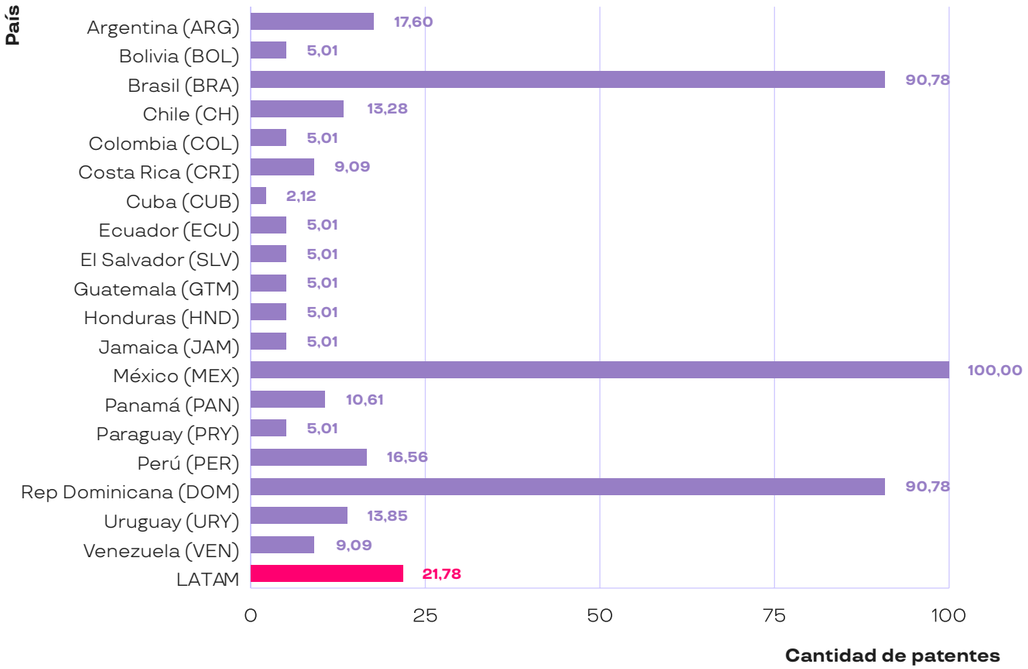
La capacidad de los países para generar y proteger la propiedad intelectual en IA evidencia el nivel de avance en el desarrollo de nuevas tecnologías en la región.

Un ecosistema con alta actividad en la producción de patentes está estrechamente relacionado con una alta capacidad de transformar innovaciones científicas y académicas en soluciones concretas asociadas a problemas públicos del sector privado. Por lo mismo, refleja un entorno de colaboración robusto entre academia, industria y gobierno.

Para evaluar el subindicador de **Cantidad de patentes** se calculó el número de patentes relacionadas con IA, presentadas por primera vez en la oficina de patentes del país indicado.

En el transcurso del último año, el panorama es bastante similar a la medición de 2023, con dos países liderando fuertemente este aspecto: **México con 100 puntos** (equivalente a 4,22 patentes de IA por millón de habitantes) y **Brasil con 90,78 puntos (3,84** patentes de IA por millón de habitantes). El resto de los datos muestran un panorama desalentador, de una región con baja productividad en esta área, lo que podría explicarse por la baja inversión en I+D, la falta de incentivos y políticas para la protección de propiedad intelectual. La limitada transferencia tecnológica y la escasez de capital de riesgo también contribuyen a un ecosistema poco competitivo en patentes de IA en la región.

Gráfico 22: Puntaje Cantidad de patentes



*El subindicador contiene datos imputados por método PIB per cápita/vecino más cercano BOL ECU SLV GTM HND JAM PRY DOM VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: Emerging Technology Observatory

El valor de la investigación

El vuelo de Guacamaya: El proyecto en que Microsoft y la investigación confluyeron en la IA

La Universidad de los Andes, el Instituto Humboldt y el Instituto SINCHI, en Colombia, crearon, junto a Microsoft, una plataforma de IA que procesa datos satelitales de grabaciones bioacústicas y de cámaras trampa

El objetivo del proyecto es supervisar la deforestación y la biodiversidad en la Amazonía.

Se trata de una innovadora y poderosa herramienta que proporcionará información clave para proteger un ecosistema crucial para la estabilidad climática planetaria.

Con 7 millones de km² y su presencia en nueve países, la Amazonía es el mayor bosque tropical del mundo, hogar del 1% de la biodiversidad planetaria y responsable de entregar humedad y lluvias a Sudamérica, lo que ayuda a estabilizar el clima global. Sin embargo, por actividades como la minería ilegal, la expansión agrícola, la sobrepesca, la caza y la deforestación, este ecosistema único se encuentra en serio peligro.

Según el Informe Amazonía Viva 2022 (WWF), el 18% de los bosques amazónicos se ha perdido por completo y un 17% adicional está degradado, cifras que prometen seguir empeorando y trayendo consecuencias sobre la biodiversidad, el clima global y sobre las personas. Especialmente sobre las 47 millones que viven en la región amazónica y dependen de ella para su sustento.

Para ayudar a enfrentar estas amenazas, en 2022 surgió **Guacamaya, IA por la Amazonía,** una iniciativa respaldada por **AI for Good de Microsoft** y cuyo foco estaba en promover el uso de Inteligencia Artificial para abordar desafíos sociales y medioambientales. La plataforma se valió de la IA para poner a disposición de la ciencia y del gobierno, datos certeros y oportunos sobre los fenómenos que están impactando negativamente este ecosistema único en el planeta. "Guacamaya nace a raíz de una exploración de Microsoft y la Universidad de los Andes, de Colombia. Ésta, a través de su Centro de Investigación y Formación en Inteligencia Artificial, CinfonIA, analizó cómo la IA podría ser empleada para abordar desafíos ambientales, entre ellos, la deforestación de la Amazonía. Para iniciar este análisis, una de las herramientas clave era el entrenamiento de un modelo de IA, el que debía priorizar la calidad de los datos. Para eso buscamos colaboradores que tuvieran datos validados y de alta calidad y fue así como nos asociamos con el Instituto Humboldt y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI", explica el investigador de CinfonIA, Andrés Hernández Celis.

Según cuenta el investigador, se escogió como foco la Amazonía, porque es una región crucial para la biodiversidad del mundo, especialmente en Colombia, que es el país más biodiverso por kilómetro cuadrado. "La selva amazónica influye en los patrones climáticos y proporciona agua a regiones como Bogotá y los páramos. Sin embargo, la deforestación ha alcanzado un punto crítico y amenaza con desertificar por completo este ecosistema natural, lo que explica que sea urgente tomar medidas poniendo a la IA a disposición de ese objetivo", indica Hernández.

Fue así como se resolvió impulsar un monitoreo y una entrega de datos sistemática con IA en tiempo real -o en menor tiempo- capaz de generar las alertas necesarias para tomar acciones antes de que la situación se vuelva irreversible.

IA con impacto ambiental

Guacamaya se alimenta de tres fuentes de datos sobre la Amazonía colombiana: grabaciones bioacústicas, imágenes de cámaras trampa, y datos satelitales de cobertura vegetacional. Mientras las primeras son proporcionadas por el Instituto Humboldt -la principal organización científica de biodiversidad en Colombia y la que posee el mayor repositorio de la región en la materia-, las segundas son un aporte de la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes. Los terceros, en tanto, son dispuestos por el Instituto SINCHI y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El director de Asuntos Corporativos, Externos y Legales de Microsoft para la región Andina Sur, Andrés Rengifo, explica que al integrar datos aéreos, acústicos y de cámaras trampa de la zona, se logra una perspectiva de 360° de la región y, por ende, entrega una comprensión mucho más rica y precisa del entorno. "La IA generativa ofrece valiosos beneficios para descifrar datos y optimizar procesos, y Guacamaya lo demostró conectando toda la información científica, que tradicionalmente ha estado aislada en universidades o institutos de investigación en esta plataforma", explica.

Las instituciones ligadas a la ciencia aportaron más de 100 mil archivos, datos con los cuales CinfonIA y Microsoft entrenaron los algoritmos capaces de captar, a través de sonidos e imágenes, la presencia de ciertas especies o la ausencia de ellas para. De esa manera, podrían disponer de información útil respecto del estado de la biodiversidad de ese sector del Amazonas.

"La IA se entrena y refina con el uso continuo de datos, pero los algoritmos utilizados ya tenían una base sólida proveniente de otros análisis similares, lo que permitió su adaptación al ecosistema amazónico. El éxito de este proyecto radica en la sinergia creada entre diversas entidades. Cada institución aporta su experiencia y recursos, creando un efecto multiplicador que resulta en soluciones innovadoras y efectivas para problemas complejos como el cambio climático y la conservación de la biodiversidad", indica Rengifo.

La compañía tecnológica alimenta a Guacamaya con algoritmos y capacidad de cómputo, esencial para ejecutar modelos intensivos que facilitan la investigación científica y el recurso humano. "Contamos con una sólida capacidad computacional en nuestra plataforma Azure. Nuestro cloud es la base para ejecutar estos sistemas y donde se almacena la información, permitiendo obtener nuevos conocimientos y desarrollar enfoques para entender mejor estos datos. Contribuimos con modelos, herramientas, capacidad computacional y un equipo altamente especializado, dedicado a abordar desafíos sociales y humanos mediante la tecnología", explica el ejecutivo de Microsoft.

MetodologIA revolucionaria

La introducción de IA al estudio del ecosistema amazónico cambió por completo la forma de obtener la información desde esa reserva biológica mundial.

Para llegar a tener uno de los repositorios de sonidos naturales más importantes de Sudamérica a lo largo de 25 años -con 25 mil audios de más de 1.300 especies- los biólogos del Instituto Humboldt captaron estos sonidos con grabadoras de capacidad limitada, los que situaban y retiraban de la selva para entregárselas a expertos en reconocimiento de vocalizaciones de veces. Estos pasaban meses escuchando audios e identificando especies.

Pero la llegada de Guacamaya revolucionó este campo y luego de un año y medio de trabajo, los primeros resultados son evidentes. Hoy los algoritmos de IA no sólo logran identificar sonidos de aves con un 80% de fiabilidad y quintuplicando la cantidad de datos analizados durante el mismo tiempo, sino que además son capaces de detectar amenazas como talas ilegales y maquinaria. "En el área bioacústica, se empleó un modelo en colaboración con Microsoft Speech Lab. Esto, con el fin de convertir los sonidos en espectrogramas, que son representaciones visuales del sonido", explica el investigador de CinfonIA, Andrés Hernández. Estos espectrogramas se utilizan junto con texto natural (nombre de la especie de interés, por ejemplo) para identificar sonidos de aves, insectos o frecuencias específicas, aclara.

El procesamiento de las imágenes de cámaras trampa también está gozando de las bondades de la iniciativa. "Antes, un científico revisaba manualmente más de 100 mil imágenes y ahora Guacamaya lo hace automáticamente, ejecutando un monitoreo 10 veces más rápido y ahorrando un 90% del tiempo. Los algoritmos filtran las útiles e identifican animales específicos, facilitando análisis eficientes y la detección de especies raras o invasoras", explica Rengifo.

Actualmente, los modelos pre entrenados del proyecto Guacamaya ya están disponibles en Pytorch Wildlife, una plataforma de código abierto de Microsoft para la biodiversidad, que fomenta la colaboración entre desarrolladores del área. "Pytorch Wildlife nos entregó un marco colaborativo de aprendizaje profundo para la conservación, incluyendo diferentes tipos de redes neuronales que abordan tareas específicas del proyecto. Un ejemplo de esto es la segmentación y detección de animales en imágenes de cámaras trampa, utilizando el Megadetector de Microsoft", explica el investigador Andrés Hernández.

Otro aporte sustantivo de Guacamaya es su capacidad para interpretar en tiempo real las imágenes satelitales del bosque amazónico. Según los datos oficiales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, el IDEAM, la Amazonía colombiana perdió más de 40.000 hectáreas entre 2021 y 2022. "Guacamaya utiliza imágenes de alta resolución para monitorear la pérdida de bosques, lo que agiliza los informes sobre la cobertura forestal y permite tomar decisiones informadas para la conservación casi en tiempo real. Esto marca una diferencia con los informes tradicionales, que tenían un retraso de hasta 18 meses en Colombia", aclara Andrés Rengifo.

Código abierto

El investigador de CinfonIA, Andrés Hernández, destaca que el mayor desafío técnico en el entrenamiento de los algoritmos ha sido la gestión de datos. "Por ejemplo, es crucial contar con imágenes detalladas de cámaras trampa para identificar especies con precisión. Esto es difícil debido a las variaciones en las imágenes y la distribución desigual de las especies en la base de datos. Algunas especies son comunes y están sobrerrepresentadas, mientras que las raras aparecen menos de 100 veces. Esta desigualdad presenta un reto considerable, ya que es necesario manejar una distribución desbalanceada en los datos".

Lo anterior explica por qué los megadatos que cada pilar -las cámaras trampa, los sonidos y la cobertura naturalista- han sido entrenados a través de modelos propios o predeterminados, siendo los algoritmos bioacústicos y de cámara trampa los más avanzados. "En el de imágenes satelitales estamos afinando la consistencia temporal, lo que permitirá producir resultados confiables en diferentes momentos y evitar la inestabilidad en los bordes de los mapas de cobertura forestal. Así, mejorará la precisión de las mediciones de hectáreas reforestadas. El objetivo principal de nuestro modelo es ampliar las investigaciones actuales integrando los tres pilares del proyecto en una plataforma para analizar la relación entre la pérdida de biodiversidad: los patrones migratorios de los animales y la deforestación en diferentes regiones", explica Hernández.

Para lograr esa escalabilidad, Guacamaya se diseñó como una plataforma abierta para la colaboración científica y en esta nueva fase, tras su lanzamiento oficial a fines de 2023, busca consolidar los datos en la plataforma Azure e invitar a más instituciones internacionales a participar en el monitoreo de la Amazonía. "Este proyecto se diseñó así para permitir que otros miembros de la comunidad científica y países como Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Paraguay, Venezuela,

Surinam, Guyana y Guayana Francesa, puedan sumarse y contribuir. La colaboración abierta es esencial para abordar retos como el cambio climático y tener una mirada global y más comprensiva de lo que está ocurriendo en este ecosistema", afirma el ejecutivo de Microsoft, Andrés Rengifo.

Se vuelve vital, entonces, sumar datos de diversas fuentes para seguir mejorando los algoritmos y generar análisis más profundos y precisos sobre la Amazonía. Para ello, el código fuente de los modelos y la plataforma están disponibles para cualquier centro de investigación o científico interesado en contribuir a la protección de este lugar. "En Microsoft creemos que la tecnología es una herramienta crucial para enfrentar retos como el cambio climático. Hemos recibido apoyo de científicos y del gobierno colombiano, quienes han aportado datos y mostrado entusiasmo al ver cómo opera la plataforma y ver el potencial de la colaboración tecnológica en la conservación de la biodiversidad", dice el ejecutivo de Microsoft.

El equipo de Guacamaya sigue trabajando en mejorar los algoritmos y espera tener modelos funcionales en cada una de las categorías para presentar los avances de esta iniciativa en la COP16 de Cali, Colombia. "Esta iniciativa no es solo responsabilidad de un país o un grupo de personas, sino que es un esfuerzo conjunto que involucra a toda la región amazónica y más allá. Nuestro objetivo es expandir esta herramienta a instituciones y organizaciones de otros países que trabajan en la Amazonía para que se unan al proyecto Guacamaya. La Amazonía no es solo un tesoro natural, sino también el pulmón del planeta que regula el clima global. Proteger este invaluable ecosistema es una responsabilidad compartida que trasciende fronteras y requiere un esfuerzo conjunto de todos los países amazónicos y la comunidad internacional", concluye el investigador de CinfonIA.

D.5. Subdimensión de Adopción

La medida en que las organizaciones o individuos están utilizando la IA en sus procesos, operaciones o productos y la existencia de un entorno propicio para su desarrollo -incluyendo la capacitación de talento, la infraestructura adecuada y el marco regulatorio necesario para garantizar una implementación ética y segura- revela el grado de adopción que esta tecnología ha alcanzado en cada país.

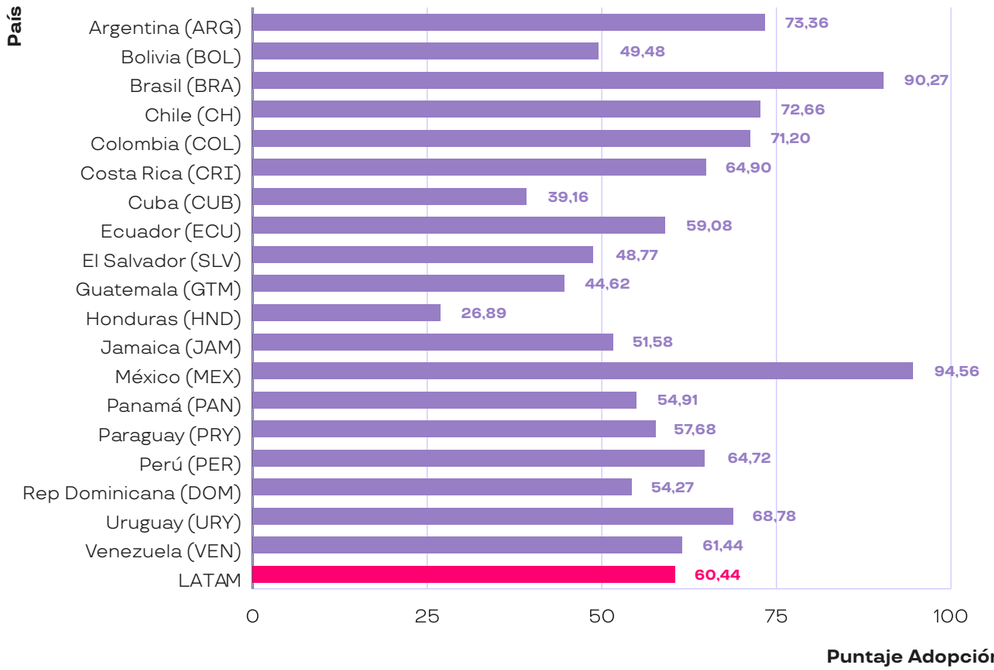
Evaluar el avance de la integración de esta tecnología, facilita la identificación de tendencias en el uso de la IA, la elaboración de políticas públicas y estrategias de inversión, y el análisis de la madurez de las industrias o empresas.

Para calcular estos aspectos, es que la subdimensión de **Adopción** -que representa el 30% de la ponderación total de la dimensión de I+D+A- considera dos indicadores esenciales: **Industria**, que mide la integración de tecnologías de la IA en este sector, y **Gobierno**, que analiza el progreso de la transformación digital en el aparato público.

Cabe mencionar, que la subdimensión se fortaleció con cuatro nuevos subindicadores que pudiesen ofrecer una visión más amplia respecto a las capacidades de los ecosistemas nacionales para incorporar la IA.

En el **Gráfico 23** se observa que el puntaje regional es de 60,44, situándose **México como líder con 94,56 puntos** y, muy de cerca, Brasil, con 90,27. Más abajo se encuentran Argentina y Chile con puntajes sobre el promedio: de 73,36 y 72,66, respectivamente.

Gráfico 23: Puntaje de subdimensión Adopción



Fuente: ILIA 2024

Países con alta Adopción de IA (sobre 70 puntos): Son los que tienen los puntajes más altos, lo que indica un entorno avanzado y robusto en la adopción de tecnologías de IA. Es el caso de México (94,56), Brasil (90,27), Argentina (73,36), Chile (72,66) y Colombia (71,20).

Países con Adopción moderada de IA (50 a 70 puntos): A este grupo corresponden lo que muestran un nivel moderado de adopción, con puntajes cercanos al promedio regional. Entre ellos están Uruguay (68,78), Costa Rica (64,90), Perú (64,72), Venezuela (61,44), Ecuador (59,08), Paraguay (57,68), Panamá (54,91), República Dominicana (54,27) y Jamaica (51,58).

Países con baja Adopción de IA (menos de 50 puntos): Son aquéllos con puntajes más bajos, lo que plantea un escenario desafiante en la incorporación de la IA. Aquí se encuentran Bolivia (49,48), El Salvador (48,77), Guatemala (44,62), Cuba (39,16) y Honduras (26,89).

D.5.1. Industria

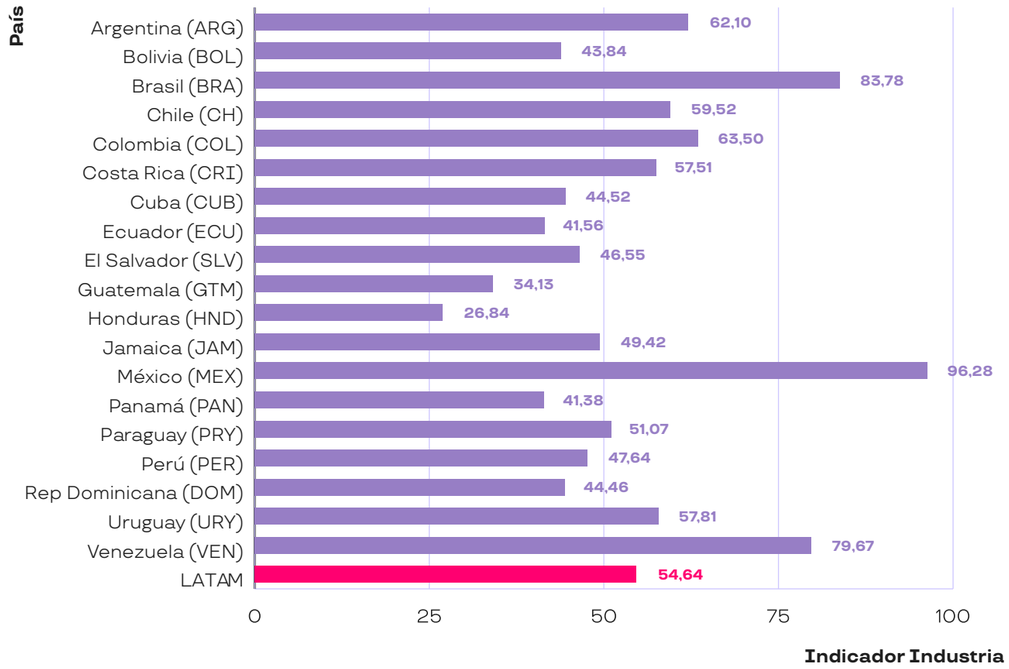
La adopción de la IA en las actividades económicas dedicadas a la transformación de materias primas en productos acabados o a la generación de bienes y servicios, mide el grado de integración de estas tecnologías a través de distintos factores. Estos permiten evaluar no solo el nivel de sofisticación del sector industrial, sino también la preparación del talento humano y la disponibilidad de la infraestructura necesaria para mantener la competitividad en el mercado.

Para este indicador -que representa el **60% de la ponderación total de la subdimensión de Adopción**- se definieron tres subindicadores que son los que permiten calcular el nivel de incorporación de la IA:

a) Trabajadores en sectores de alta tecnología
b) Fabricación de tecnología mediana y alta
c) Proporción del valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta

En el **Gráfico 24** se evidencia un avance regional intermedio de adopción de la IA por parte del sector industrial, con un puntaje de 54,64. **México y Brasil son los que destacan con 96,28 y 83,78 puntos**, respectivamente, y seguido por Colombia (63,50), Argentina (62,10) y Chile (59,52).

Gráfico 24: Puntaje indicador Industria



Fuente: ILIA 2024

Acá se observa que, a nivel regional, las empresas han comenzado a experimentar con la IA, implementando soluciones en áreas específicas que, muy probablemente, estén relacionadas con la automatización de tareas y el análisis de datos. Sin embargo, a pesar de los avances, se ve que aún existen desafíos que impiden una adopción más rápida y generalizada, algo que es posible que esté asociado a la inversión inicial requerida, a la falta de talento especializado, la necesidad de adaptar los procesos y a la preocupación por la seguridad de los datos.

a) Trabajadores en el sector de alta tecnología

Aquellos empleados de industrias manufactureras que no pertenecen a los sectores tradicionalmente clasificados como de baja tecnología -como el alimenticio, bebidas, tabaco, textiles y confecciones- son los que definen este subindicador de **Trabajadores en el sector de alta tecnología.**

La descripción -extraída de Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean, un sitio web que incluye estadísticas sobre pobreza y otras variables distributivas y sociales de 25 países de América Latina y el Caribe- se obtiene por exclusión. Es importante señalar que no todas las industrias que aplican técnicas avanzadas o utilizan alta tecnología se agrupan en esta categoría, debido a la información limitada que brindan las encuestas de hogares.

Este subindicador se correlaciona con la sofisticación del mercado laboral local y en ese sentido, aporta una aproximación respecto de la capacidad de incorporar IA en procesos productivos.,

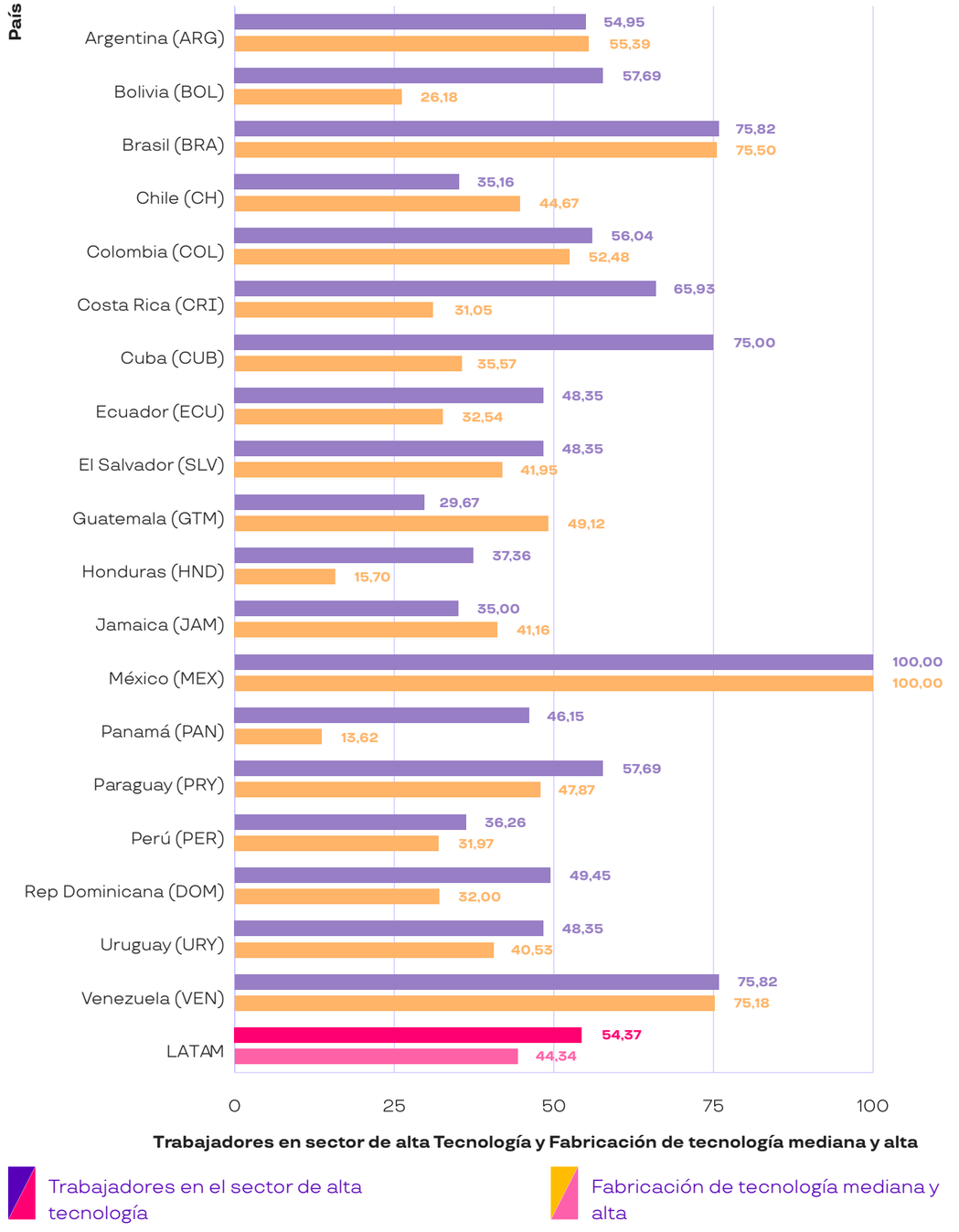
En el **Gráfico 25**, se puede observar que países como **México y Brasil lideran la medición, con 100 y 75,82 puntos** respectivamente, alcanzando la región un promedio de 54,37 puntos, puntaje sobre el cual se ubica la mayoría de los países en estudio. Son los países de la cuenca del Caribe los que presentan puntajes por debajo de este, llegando a los 29,67 puntos.

La cantidad de trabajadores en sectores de alta tecnología en Latinoamérica presenta una distribución desigual, con un puntaje regional promedio de 54,37. Países como México y Brasil lideran en este ámbito, lo que sugiere un mayor desarrollo en industrias avanzadas dentro de sus economías. La concentración de industria manufacturera e industrial en estos dos países tiene una clara incidencia en la proporción de trabajadores en áreas de alta tecnología. Sin embargo, la disparidad es evidente, ya que los países de la cuenca del Caribe se encuentran significativamente por debajo del promedio, lo que indica una menor participación en sectores de alta tecnología.

El caso de **Chile** resulta llamativo, ya que se encuentra casi **20 puntos bajo el promedio.** Esa diferencia podría estar relacionada con la política de apertura comercial que, si bien ha favorecido el crecimiento en sectores como la minería y los servicios, ha disminuido la relevancia relativa de la industria y manufactura. La apertura comercial podría haber incentivado la importación de tecnología y productos terminados, reduciendo la necesidad de una base industrial robusta en el país. Esto, a su vez, impacta en la cantidad de empleos vinculados a sectores tecnológicos avanzados.

Esta variabilidad descrita refleja diferencias en la capacidad de la región para impulsar la innovación industrial y adoptar tecnologías avanzadas, lo que podría influir en su competitividad global y en el crecimiento económico basado en la tecnología.

Gráfico 25: Puntaje de Trabajadores en sector de alta tecnología y Fabricación de tecnología mediana y alta



Fuente: ILIA 2024 / Datos CEPAL

*El subindicador Trabajadores en el sector de alta tecnología contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB JAM

*El subindicador Fabricación de tecnología mediana y alta contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): DOM

b) Fabricación de tecnología mediana y alta

Este subindicador refleja el nivel de sofisticación industrial de la cadena de valor local mostrando la proporción de valor añadido de la industria de Tecnología Media-Alta y Alta (MHT) en el valor añadido total de la fabricación (MVA en adelante). Específicamente, el subindicador es el ratio entre el MHT y MVA. Mientras más alto sea el valor, más intensiva es la tecnología mediana y alta en el proceso de generación de valor, y por lo tanto, la **economía muestra un mayor grado de sofisticación.**

Al igual que el indicador de trabajadores en alta tecnología, esta medición permite **comparar la madurez relativa de las economías y cadenas de valor** de los países ante la incorporación de tecnologías.

La participación de industrias de tecnología media y alta en el valor añadido total de la manufactura en Latinoamérica es, en general, baja, con un puntaje regional promedio de 44,34. Aunque países como México y Brasil sobresalen con una mayor contribución de estas industrias, la mayoría de los países de la región se encuentran por debajo de este umbral, lo que indica un bajo nivel de desarrollo en sectores de tecnología avanzada. Esto sugiere que gran parte de la **región depende de industrias de menor valor tecnológico** en mayor proporción, lo que puede limitar su capacidad para incorporar digitalización e IA en sus procesos productivos.

Así, la significativa disparidad entre los países mejor y peor posicionados refleja diferencias profundas en la matriz productiva de cada país. Es notable que, a diferencia de otros indicadores, no existe una correlación clara entre el PIB per cápita y el valor del indicador de participación en industrias tecnológicas avanzadas, lo que sugiere que factores estructurales -como la composición de la industria, la inversión en investigación y desarrollo, y la capacidad para atraer industrias de alto valor tecnológico- juegan un papel más determinante que el simple nivel de riqueza de un país.

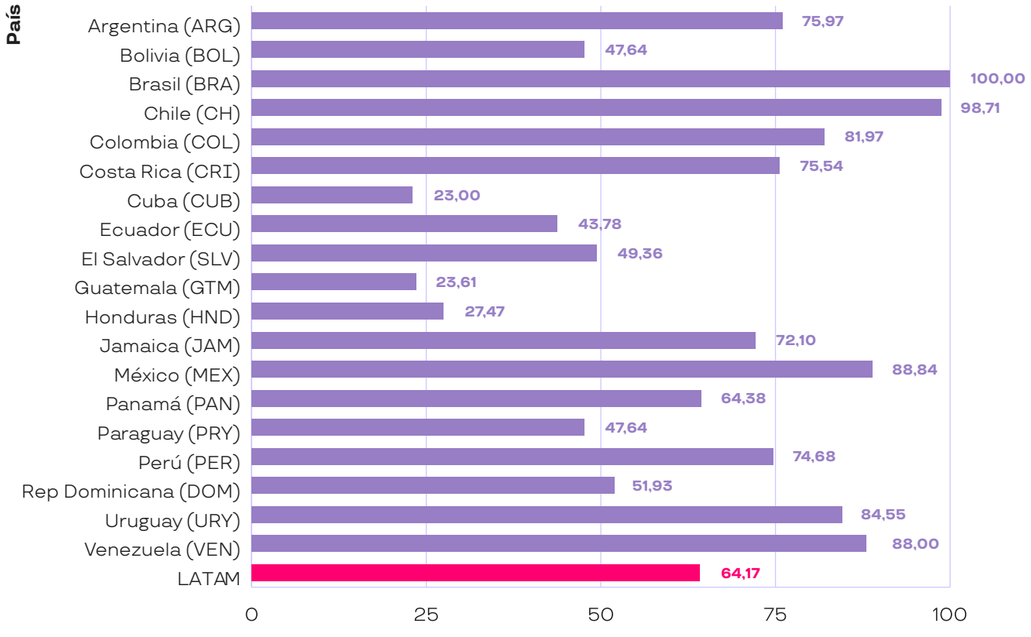
c) Proporción del valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta

La capacidad de fabricación de tecnología mediana y alta en Latinoamérica es desigual, con un puntaje regional promedio de **64,17 puntos.**

Mientras algunos países como Brasil, Chile y México destacan con altos niveles de producción tecnológica, reflejando una mayor capacidad para innovar y desarrollar sectores estratégicos para la IA, otros, especialmente en el Caribe, se encuentran rezagados con puntajes significativamente más bajos e, incluso, nulos.

Esta disparidad en la capacidad de producción de tecnología avanzada sugiere que, aunque algunos países están mejor posicionados para aprovechar las oportunidades que ofrece la IA, gran parte de la región enfrenta limitaciones que pueden frenar su competitividad y crecimiento en una economía global cada vez más impulsada por la innovación tecnológica.

Gráfico 26: Proporción del valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta



Proporción del Valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta en el Valor añadido total (en porcentajes)

*El subindicador contiene datos imputados por método MICE (Regresión Múltiple): CUB VEN

Fuente: ILIA 2024 / Datos: World Intellectual Property Organization

D.5.2 Gobierno

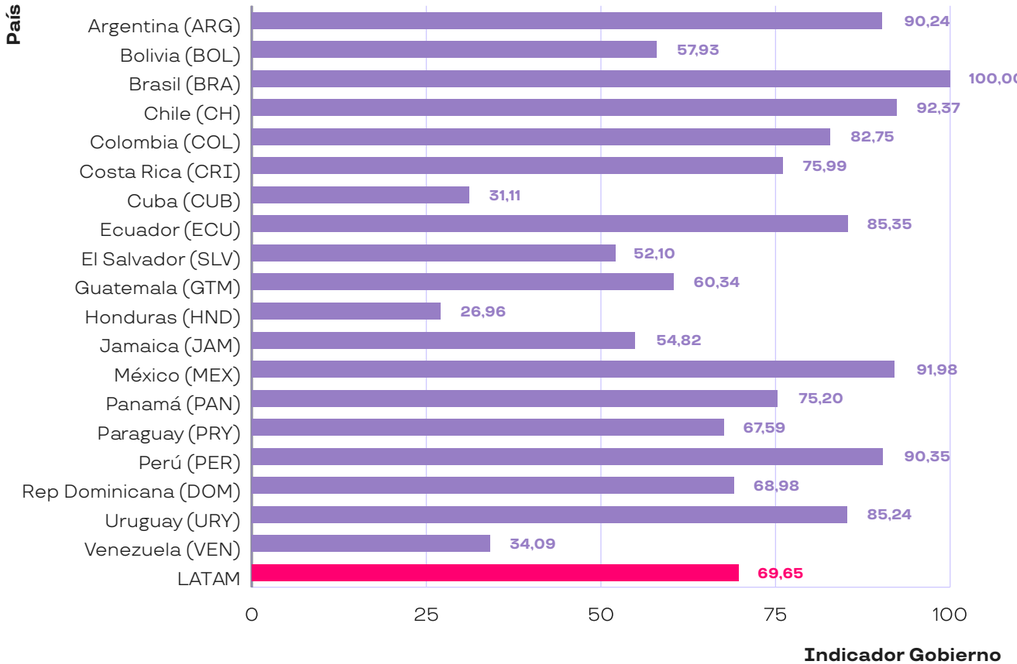
Este indicador está compuesto por un subindicador, el de **Gobierno digital**, que tiene como finalidad evaluar el progreso de la transformación digital en un gobierno y que, a su vez, está alineado con las estrategias de modernización del Estado.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, las estrategias de IA buscan construir administraciones públicas más transparentes, eficaces y democráticas, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Organización de Estados Americanos, por su parte, destaca que el gobierno electrónico, mediante el uso de TIC en el sector público, incrementa la eficiencia, transparencia y participación ciudadana.

Es preciso señalar que la digitalización del Estado es una condición necesaria -pero no suficiente- para la incorporación de la IA en los procesos de atención y gestión pública. En ese sentido, tener claridad respecto de la posición relativa de los países en lo que se refiere a Gobierno Digital, permite identificar lecciones y desafíos comunes, además de describir apropiadamente el panorama de adopción potencial en la región.

Entre los tres indicadores que conforman la subdimensión de Adopción, el de Gobierno, representa el 40% de la ponderación total.

Gráfico 27: Puntaje indicador Gobierno



Fuente: ILIA 2024 / Datos: Índice Online Services Index (OSI)

a) Gobierno digital

Para este subindicador se utilizaron datos provenientes del índice Online Services Index (OSI) para el subindicador de gobierno digital basado en los resultados del la encuesta de Gobierno Digital[2] de las Naciones Unidas.

El análisis de este subindicador muestra un promedio regional de 69,65 puntos, lo que refleja un nivel bastante homólogo de avance en la digitalización de los servicios públicos entre los países de la región.

Como lo muestra el Gráfico 27, destacan tres países por su desempeño sobresaliente: **Brasil, con el puntaje más alto**, lidera la región como referente en la implementación de tecnologías digitales en el sector público. **Le siguen Chile, con 92,37 puntos, y México, con 91,98 puntos,** ambos demostrando un fuerte compromiso en la modernización de sus administraciones públicas. Estos resultados subrayan la importancia de una adopción estratégica y efectiva de herramientas digitales para mejorar la eficiencia, transparencia y accesibilidad en los servicios gubernamentales.

Coincidentemente, los países con mayores niveles de conectividad e infraestructura tienden a tener un puntaje más alto, mientras aquellos más rezagados tienen un desempeño más débil. La infraestructura habilitante, desde conexión de fibra óptica y velocidad de transmisión hasta el acceso a dispositivos son elementos que preceden la capacidad de los estados de digitalizarse. El uso de servicios públicos digitalizados requiere necesariamente de la existencia de una ciudadanía digital alfabetizada y con medios de acceso.

2. Department of Economic and Social Affairs. E-Government Survey 2022-The Future of Digital Government. (2022). United Nations.

Algoritmos Éticos: Alianza con la academia para lograr una IA equitativa y transparente

· Algoritmos Éticos, Responsables y Transparentes es una iniciativa multiactor, liderada por el GobLab de la U. Adolfo Ibáñez que promueve el desarrollo e implementación responsable de la IA en Chile, especialmente en el ámbito público.

· El proyecto, pionero en Latinoamérica, ha desarrollado instrumentos replicables para aumentar la transparencia y evitar la discriminación en las prestaciones de servicios públicos que incorporen la IA, además de asegurar la protección de los datos personales de los ciudadanos.

La Inteligencia Artificial utiliza algoritmos, que son conjuntos de reglas y procesos diseñados para que las máquinas aprendan de los datos que les entregan, hagan clasificaciones y predicciones cada vez más precisas y en menor tiempo, y tomen decisiones por sí solas, sin intervención humana. Esta capacidad para procesar información rápidamente permite que la IA mejore procesos, optimice soluciones y acelere la innovación en áreas como la gestión de trámites, la atención al cliente y la seguridad, entre otras cosas.

Por lo mismo, a la fecha, varios países han adoptado la IA para hacer más expeditos los servicios que entregan a la ciudadanía y organizaciones, por ejemplo aquellos relacionados con la gestión de listas de espera en algunos hospitales públicos, asistentes virtuales para consultas ciudadanas, asignación en sistema de admisiones escolar o cámaras de reconocimiento facial para seguridad ciudadana, entre otros. Pero ¿quién asegura que estos sistemas de IA, que son creados por personas, no tienen sesgos de género, raciales, étnicos o sociales que deriven en posibles discriminaciones? ¿cómo estos sistemas aseguran la protección de los datos personales de la ciudadanía?

Proyectar respuestas a estas preguntas con soluciones concretas, fue la visión inicial del GobLab UAI, el laboratorio de innovación pública de la Escuela de Gobierno de la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI) con su proyecto "Algoritmos Éticos, Responsables y Transparentes", presentado en Chile en 2020.

Años antes de la concreción de esta iniciativa -y coincidiendo con el lanzamiento de fAIr LAC, una iniciativa del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para promover el uso ético de la IA en América Latina y el Caribe-, la directora del GobLab UAI y líder del proyecto, María Paz Hermosilla, había comenzado a gestionar conversaciones con el laboratorio de innovación de la entidad financiera internacional, el BID Lab. El objetivo era obtener apoyo financiero para desarrollar este proyecto que tenía la transformación de las compras públicas de IA como centro y punto de partida. "Nos pareció interesante que el proyecto se centrará en las compras públicas (ChileCompra). Identificamos ahí una oportunidad de fomentar la colaboración público-privada, sensibilizar y formar capacidades en IA ética y desarrollar herramientas concretas para asegurar un impacto positivo en la sociedad", explica la especialista líder de BID Lab, Carolina Carrasco"

Así, luego de que ChileCompra se uniera formalmente al proyecto en 2020, se sumaron nuevos colaboradores: la Secretaría de Gobierno Digital, el Ministerio de Ciencia, y Magical, una aceleradora de negocios de startups. "Posteriormente se vincularon al proyecto Fonasa, la Defensoría Penal Pública, el Consejo para la Transparencia, el Instituto de Previsión Social, el Servicio Civil y la Superintendencia de Seguridad Social", comenta Hermosilla.

A cuatro años de su partida la iniciativa, pionera en Latinoamérica, ha producido una serie de instrumentos innovadores y replicables en los países de la región que se resumen en cinco herramientas publicadas, 13 pilotos de implementación de sistemas automatizados con estándares éticos en instituciones públicas y más de 1.200 participantes en actividades de capacitación y difusión.

Protección de la Ciudadanía

Un hito clave del proyecto **Algoritmos Éticos, Responsables y Transparentes** es la creación de bases de licitación estandarizadas y una directiva con recomendaciones para las compras de servicios de ciencia de datos e inteligencia artificial por parte del Estado. Elaboradas por ChileCompra en el marco de la iniciativa del GobLab UAI, son las primeras publicadas por un organismo rector de compras públicas en la región: una medida pionera en Latinoamérica.

Las bases y la directiva establecen, por primera vez, requisitos rigurosos de transparencia, equidad y protección de datos con el fin de contribuir a que los servicios públicos puedan licitar, por ejemplo, modelos predictivos, algoritmos de asignación de beneficios o sistemas de personalización de usuarios, mitigando con ello cualquier sesgo y opacidad. "Eso no solo mejora la eficiencia en las adquisiciones gubernamentales, sino que también fortalece la confianza ciudadana en la gestión pública y fomenta la igualdad de oportunidades para proveedores y contratistas", dice Hermosilla.

El analista de la División de Estudios e Inteligencia de Negocios de ChileCompra, David Escobar, explica que la entidad tiene la responsabilidad de establecer políticas y directrices de compra, emitiendo bases y recomendaciones que aseguren la protección de la información ciudadana y la transparencia. "En el caso de Algoritmos Éticos, se busca que las compras (con IA) consideren la revisión de posibles sesgos para evitar que afecten negativamente a los ciudadanos, asegurando que los recursos públicos se asignen de manera justa y sin discriminación", dice.

Para apoyar la etapa de diseño de proyectos, la UAI confeccionó junto a la Secretaría de Gobierno Digital la guía "Formulación Ética de Proyectos de Ciencia de Datos" que entrega herramientas a funcionarios públicos para identificar y abordar los desafíos legales y éticos en sistemas de inteligencia artificial. Kareen Schramm, coordinadora de Políticas y Estudios de la Secretaría de Gobierno Digital, señala:

Los datos son un activo estratégico para la gestión pública, permitiendo agilizar la entrega de bienes y servicios y anticiparse a las necesidades de los usuarios con herramientas como la inteligencia artificial. Un ejemplo es el Instituto de Previsión Social, que realiza pagos de beneficios directamente mediante la integración de datos, eliminando la necesidad de que las personas postulen. El desarrollo de herramientas concretas, como las de este proyecto, ayuda a las instituciones a cumplir estándares mínimos, asegurando la transparencia y la mitigación de sesgos en los algoritmos.

Inversores y herramientas

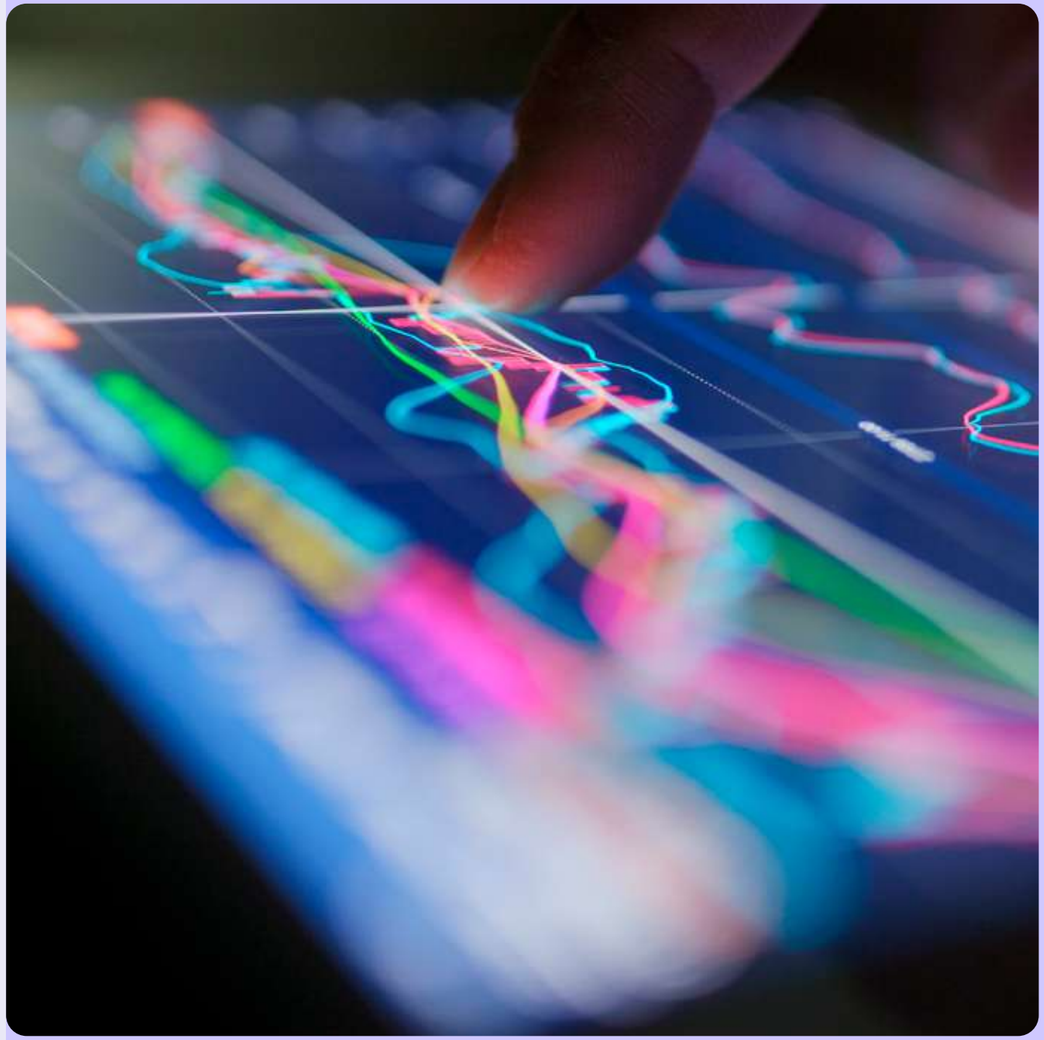
Pensando en los grandes inversionistas y en las empresas tecnológicas que proveen al Estado, actores clave en este ecosistema, el proyecto desarrolló junto al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación la metodología experimental fAIr Venture cuyo objetivo es evaluar los riesgos éticos y efectos sociales en inversiones tecnológicas de IA. Alondra Arellano, asesora de gabinete en Inteligencia Artificial del Ministerio, destaca: Nuestro rol como servicio público es garantizar que los algoritmos sean equitativos, que no reproduzcan sesgos, que no realicen discriminaciones arbitrarias, en el fondo que no atenten contra los derechos fundamentales de las personas. Y para el mundo privado esto

también es importante, porque los principales proveedores del sistema público de estas tecnologías son ellos.

La segunda etapa del proyecto Algoritmos Éticos, iniciada en julio de 2023 con fondos de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), se extenderá hasta 2025. En ese marco, el equipo de GobLab ya lanzó dos nuevas herramientas de código abierto que están en fase de pilotaje: una "Ficha de transparencia algorítmica" y una "Medición de sesgos y equidad estadística" que permitirán a los servicios públicos auditar, de alguna forma, sus proyectos internos o adquiridos de IA, adelantándose así a la normativa que viene en la materia. "Se usarán herramientas específicas para evaluar los algoritmos en desarrollo, permitiendo a las instituciones determinar su transparencia y detectar posibles sesgos que requieran ajustes. Estas herramientas se aplicarán en varios pilotos, asegurando que los algoritmos cumplan con un marco normativo mínimo", cuenta Schramm. Aunque el BID ya no es parte formal de esta segunda etapa, Carolina Carrasco, indica que seguirán apoyándolo desde fAIr LAC, pues están convencidos de que favorecer este tipo de trabajo colaborativo puede acelerar el impacto social, mejorar la calidad de vida y promover el crecimiento económico en la región. "Algoritmos Éticos de la UAI es un tremendo referente. Ya han demostrado un camino claro con instrumentos que son aplicables en cualquier geografía. Con fAIr LAC ahora estamos buscando cómo hacer la adopción de estas herramientas en otros países de la región."

CAPÍTULO_E

GOBERNANZA



E.1 Principales Hallazgos

Países a la deriva
Doce países carecen de estrategias de IA sistemáticas, integrales y actualizadas, ya sea por cambios de signo de gobierno o porque no han iniciado el proceso de elaborarla. La ausencia de una "hoja de ruta" oficial para impulsar la IA es un indicador de la falta de sentido de urgencia que tiene sumarse al acelerado progreso de la IA.

Estrategias bien orientadas
Todos los países que cuentan con una estrategia vigente tienen, al menos, seis de los siete elementos críticos enunciados dentro de los principios. Además, están dotadas de estructuras similares y, en su mayoría, con mecanismos de evaluación y coordinación para el cumplimiento de los objetivos declarados.

Espacio para la construcción colectiva
Solo 1 de los 19 países desarrolló procesos robustos, transparentes y auditables de participación ciudadana para la construcción de su estrategia y la validación de ésta. Se trata de un asunto importante de analizar, tomando en cuenta que los procesos de actualización y formulación de políticas y estrategias nacionales representan una oportunidad para aumentar los estándares de participación y legitimidad.

Creatividad legislativa
Actualmente existen 38 iniciativas legales en discusión o ya aprobadas en materia de IA, con contenidos diversos y que abordan desde elementos concretos hasta aplicaciones específicas de la tecnología y marcos regulatorios amplios. Algunas propuestas buscan modificar el Código Penal para sancionar explícitamente el uso indebido de IA generativa, como en el caso de una estafa telefónica (Chile) o el caso de violación de la privacidad sexual de una persona (México).

Noticia en desarrollo
Resulta complejo identificar una posición común de la región respecto a una adecuada gobernanza de la IA en los espacios de discusión global, y es imposible inferirla a partir de lo establecido en las propuestas de ley y las estrategias oficiales. Pese a la existencia de desafíos comunes, oportunidades y sinergias, y espacios potenciales para construirla, aún no hay un relato o propuesta regional en esta materia.

Entornos sólidos, seguros y explicables
De acuerdo con los datos obtenidos del Índice Global de IA Responsable, las naciones con ecosistemas maduros en la región de-

muestran niveles similares en relación con países europeos y asiáticos. Esta madurez se refleja en materias como transparencia y explicabilidad, rendición de cuentas o promoción de "no daño".

Pongámonos verdes

Los datos indican que prácticamente todos los países de la región ofrecen condiciones favorables para el acceso a energías limpias y renovables. Marcos regulatorios, accesibilidad y precios son factores que podrían transformar a la región en una fuente de cómputo-carbono neutral para el resto del mundo, pero requiere de un trabajo de sensibilización y promoción que aún es insuficiente.

E.2 Descripción de la dimensión

Gobernanza es la última dimensión que compone el ILIA y es la que ha suscitado el **interés global de tomadores de decisiones públicos** a nivel local y multilateral. Son estos agentes quienes, ante la necesidad de generar certezas frente a una tecnología revolucionaria, han propuesto diversos mecanismos y aproximaciones para **establecer límites, marcos y estándares comunes** que permitan participar de alguna manera del proceso de transformación.

La **gobernanza global** respecto a la IA sigue siendo una noticia en desarrollo. La necesidad de establecerla abarca desde elementos técnicos asociados a estándares y normas en materias de precisión, ciberseguridad, equidad estadística y eliminación de sesgos, hasta elementos existenciales vinculados a la supervivencia de la humanidad -como especie- ante escenarios distópicos de máquinas autónomas conscientes y perversas.

Los impresionantes avances en la tecnología en los últimos cinco años han puesto en el centro del debate los mecanismos de control que utilizan los gobiernos para manejar los potenciales efectos negativos de la tecnología. A diferencia de otros procesos históricos, como el establecimiento de normas para el desarrollo atómico o las regulaciones de propiedad intelectual y patentamiento, las instituciones de gobernanza multilateral carecen de herramientas efectivas para abordar la discusión con completa exactitud.

La IA es una tecnología que ha sido dominada con rapidez por el sector privado en el mundo occidental, con crecientes inversiones que han catapultado los impactantes avances observados en los últimos años. Sin embargo, pese lo anterior, también ha significado la pérdida de control democrático sobre estos avances y, lo más relevante quizás, es que ha disminuido la capacidad de tomadores de decisiones de política pública de entender los fenómenos que están presenciando.

Más allá de estas diferencias, un elemento común con otros procesos de revolución tecnológica es que estos se desarrollan primeramente en el Norte Global, mostrando América Latina un rezago frente a éste en lo que se refiere a factores habilitantes y la madurez de los ecosistemas de investigación, desarrollo y adopción.

Como consecuencia de lo anterior y de la estructura geopolítica global, la voz y la comprensión del contexto económico, social y cultural de la región está escasamente representada en los espacios que actualmente lideran las discusiones de gobernanza. Adicionalmente, por ahora es imposible sostener que existe una "posición" regional de América Latina y el Caribe ante este desafío, tal como se evidencia en este capítulo. La diversidad de aproximaciones es un elemento que añade una dificultad adicional a la participación en los espacios señalados.

Como la finalidad de la dimensión de **Gobernanza** es caracterizar el estado de los países de la región en la materia, el marco metodológico propuesto sugiere que ésta es más que regulación, pues tiene que ver con acciones de promoción y visión compartida, además de una participación de la sociedad civil en la toma de decisiones relacionadas a la tecnología y otros componentes.

En este capítulo se abordan tres subdimensiones para estructurar los resultados: **Visión e Institucionalidad, Vinculación Internacional y Regulación.**

En la subdimensión de **Visión e Institucionalidad** se hace una revisión exhaustiva de las estrategias y políticas de IA de cada uno de los 19 países de la región, tomando en cuenta desde su contenido hasta los mecanismos de seguimiento. A diferencia de la edición anterior del índice, en esta oportunidad se analizan con mayor detalle los alcances de las estrategias de aquellos países que las mantienen en vigencia y se identifican la

coherencia y consistencia que tienen con principios internacionalmente reconocidos como necesarios. El trabajo realizado para la confección se esta subdimensión se ancla en los lineamientos definidos por **la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que participó activamente** en la formulación del análisis y conclusiones.

La subdimensión de **Vinculación Internacional**, por su parte, se construye a partir de la participación de los países en instancias relevantes para el establecimiento de la gobernanza global y de la incidencia que éstos logran en esos espacios. Considerando el carácter privado de la mayoría de los avances, se enfatiza la relevancia de participar en los procesos de definición de normas ISO como espacio de definición de estándares en la materia, y por otro lado la adhesión a acuerdos o tratados internacionales fuera de América Latina y el Caribe.

Finalmente, la subdimensión de **Regulación** amplía su ámbito de medición en relación a la primera versión del ILIA, incorporando una revisión de los proyectos de ley en discusión y vigentes en cada uno de los 19 países, junto con un análisis crítico de la aproximación regulatoria que se evidencia tras este proceso. Considerando la naturaleza de la tecnología, en esta edición del índice, se profundiza en el análisis de la regulación en materia de ciberseguridad y se genera un nuevo indicador dentro de la subdimensión denominado **Ética y Sustentabilidad**, que integra la información del Índice Global de IA Responsable (GIRAI) y del Índice de Preparación de Redes (NRI) para caracterizar la situación de los países tanto en el ámbito de justicia ambiental y social, como de la ética y respeto de los derechos humanos.

Considerando la relevancia relativa de las dimensiones del ILIA con el propósito de describir la madurez de los ecosistemas de IA en cada país, esta dimensión tiene una **ponderación del 25% del puntaje total del índice.**

La Tabla 1 detalla la taxonomía de la dimensión, incluyendo los nuevos subindicadores para la edición actual.

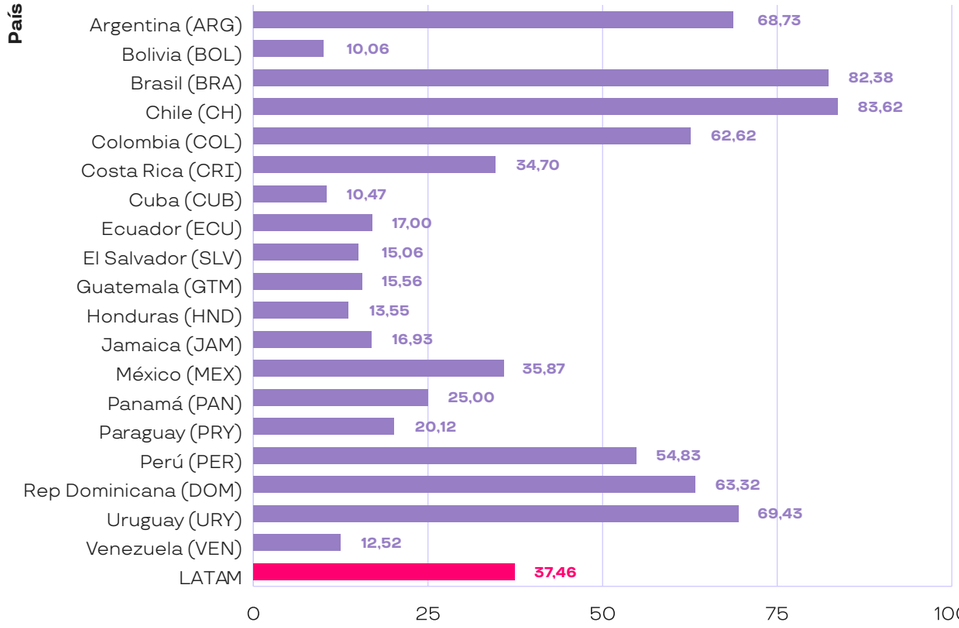
Tabla 1: Composición de la dimensión Gobernanza

**En color los nuevos subindicadores 2024

Subdimensión	Indicadores	Subindicadores propuestos
Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Existencia de la estrategia
		Existencia de institución encargada de ejecución
		Cuenta con mecanismos de evaluación
		Cuenta con mecanismo de coordinación interinstitucional
		Ética y gobernanza de la IA
		Infraestructura y tecnología de la IA
		Desarrollo de capacidades
		Datos
		Gobierno digital
		Industria y emprendimiento
		I+D
		Cooperación regional e internacional
	Involucramiento de la sociedad	Participación ciudadana
		Metodología *multistakeholder*
	Institucionalidad	Existencia de institución
Vinculación Internacional	Participación en definición de Estándares	Participación en ISO
	Participación en organismos internacionales	Participación en comités internacionales
Regulación	Regulación sobre IA	Mitigación de riesgos
	Ciberseguridad	Índice de ciberseguridad
	Ética y Sustentabilidad	Protección de datos y privacidad *(Civil and Political Rights Data Protection and Privacy (GIRAI)*
		Seguridad, precisión y confiabilidad *(Technical Standards Safety, Accuracy and Reliability, GIRAI)*
		Sustentabilidad

Tal como se muestra en el Gráfico 1, el que lidera en esta dimensión son **Chile (83,62), Brasil (82,38) y Uruguay (69,43)**, siendo solo siete países los que se encuentran sobre el promedio regional, que alcanza los 37,46 puntos.

Gráfico 1: Puntaje total dimensión Gobernanza



Fuente: ILIA 2024

Considerando los resultados del Gráfico 1, las naciones se pueden dividir en tres grupos, de acuerdo a la madurez de ecosistemas de Gobernanza.

Países con Gobernanza avanzada (sobre 60 puntos): En este grupo se ubican los que cuentan con procesos de toma de decisiones más inclusivos, bien estructurados y con políticas que se implementan de manera efectiva y eficiente. Es el caso de Chile (83.62), Brasil (82.38), Uruguay (69.43), Argentina (68.73), República Dominicana (63.32) y Colombia (62.62).

Países con Gobernanza intermedia (entre 20 y 60 puntos): Son aquéllos que reflejan un nivel moderado de desempeño. Aunque existen estructuras y procesos establecidos, aún hay áreas que requieren mejora para alcanzar estándares más altos. Entre estos se cuenta a Perú (54.83), México (35.87), Costa Rica (34.7), Panamá (25.0) y Paraguay (20.12)

Países con Gobernanza básica (menos de 20 puntos): Se trata de los países que cuentan con un nivel fundamental de gestión, con estructuras mínimas y áreas significativas de mejora. En este grupo se encuentran Ecuador (17.0), Guatemala (15.56), El Salvador (15.06), Honduras (13.55), Venezuela (12.52), Cuba (10.47) y Bolivia (10.06).

E.3 Subdimensión de Visión e Institucionalidad

Esta subdimensión se compone de tres indicadores: **Estrategia de IA, Involucramiento de la sociedad e Institucionalidad.**

Los instrumentos de política, como las **agendas y estrategias sectoriales**, son cruciales para **fomentar la innovación, estimular el crecimiento económico** y, en el caso de tecnologías como la IA, para trazar los estándares éticos. Sin políticas estructuradas, los países corren el riesgo de quedarse atrás en la Cuarta Revolución Industrial, desaprovechando el potencial transformador de la IA para mejorar los servicios públicos, la gobernanza y el desarrollo económico productivo y sostenible.

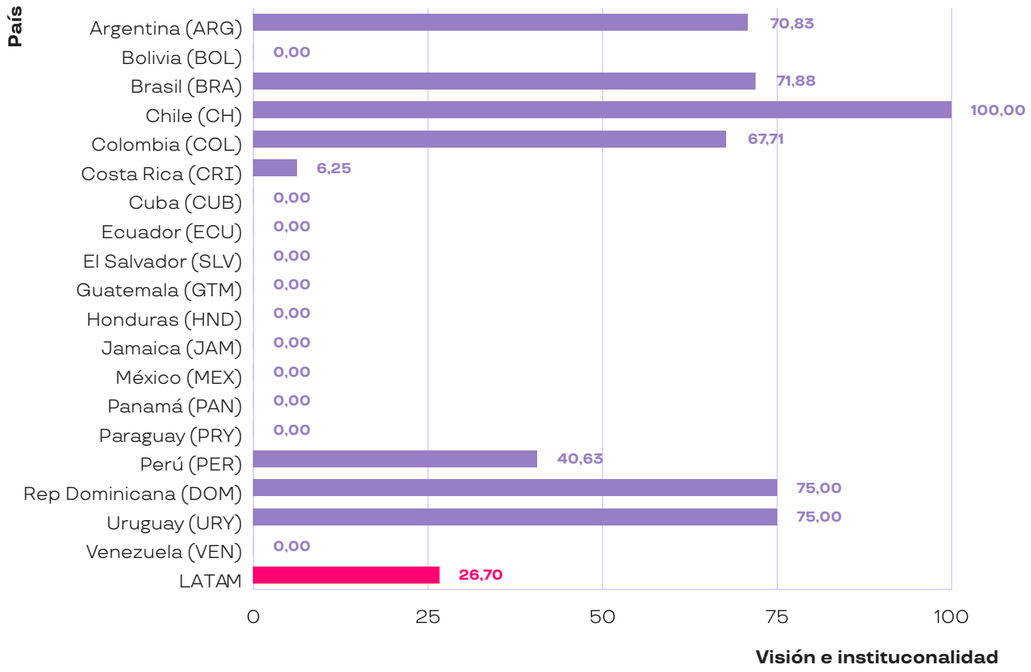
Las naciones que han implementado políticas específicas y estrategias bien diseñadas, ya están cosechando los beneficios iniciales de la IA. Más allá de Estados Unidos y China, que lideran la carrera de la IA con una financiación masiva y políticas extensas, varios otros países están logrando avances significativos. Por ejemplo, India, a pesar de reconocer su inicio tardío en el diseño e implementación de políticas de IA, ahora está a la vanguardia en la concentración de talento en torno a esta tecnología gracias a su ambicioso programa de desarrollo de capacidades. Además, Corea del Sur se ha posicionado de manera prominente en el desarrollo de soluciones innovadoras de IA a través de una estrategia nacional integral y de esfuerzos colaborativos en programas de investigación comercializada.

Los anteriores, son solo dos ejemplos de países que están aprovechando sus planes estructurados en IA para avanzar en sus posiciones en el panorama global de la IA. Se espera que las naciones avanzadas en

esta tecnología, se beneficien, en promedio, el doble de los países con niveles similares de desarrollo económico que están rezagados en el desarrollo de IA.

Actualmente -y tal como lo muestra el Gráfico 2- solo **siete países** de América Latina y el Caribe disponen de una **estrategia nacional** y oficial de IA: **Colombia, Brasil, Chile, Perú, Argentina, Uruguay y República Dominicana.** En esta edición del índice, la subdimensión de **Visión e institucionalidad representa el 50% de la ponderación total de la dimensión de Gobernanza,** debido a la relevancia de los elementos que en ella se analizan.

Gráfico 2: Puntaje subdimensión Visión e Institucionalidad



Fuente: ILIA 2024

Considerando los resultados expuestos en el **Gráfico 2**, los países se pueden dividir en dos grupos, de acuerdo a sus diferentes niveles de madurez en en esta dimensión.

Países con una Visión e Institucionalidad robusta o en proceso: Chile (100.0), Uruguay (75.0), Rep Dominicana (75.0), Brasil (71.88), Argentina (70.83), Colombia (67.71), Perú (40.63) y Costa Rica (6.25).

Países con una Visión e Institucionalidad ausente: México, Paraguay, Panamá, Guatemala, Jamaica, Honduras, Bolivia, El Salvador, Ecuador, Cuba y Venezuela.

E.3.1 Estrategia de IA

El indicador de **Estrategia de IA**, mide la presencia y vigencia de una estrategia o una política de IA respaldada por una institución pública y cuya función es delinear una hoja de ruta orientada a impulsar la inversión, la investigación, la formación de talento y marcos regulatorios y éticos con el fin de facilitar el crecimiento sostenible de la IA y fortalecer la competitividad de cada país en esta materia.

Los siguientes, son los subindicadores que componen este indicador:

a) Existencia de estrategia
b) Presencia de institución encargada de ejecución
c) Mecanismos de evaluación
d) Mecanismos de coordinación interinstitucional
e) Ética y gobernanza de la IA
f) Infraestructura y Tecnología de la IA
g) Desarrollo de capacidades
h) Gobierno digital
i) Industria y emprendimiento
j) I+D
k) Cooperación regional e internacional

Para medir el avance de un país respecto de su estrategia de IA vigente, se construyeron **subindicadores dicotómicos sobre la inclusión -o no- de estos aspectos en la estrategia de IA**, tal como muestra la Tabla 2.

Tabla 2: Categorías para subindicadores sobre la Estrategia de IA

Subdimensión	Categorías	Puntaje
Existencia de la estrategia	1: Existe estrategia de IA 0: no existe estrategia de IA	0= 0 1= 100
Presencia de institución encargada de ejecución	1: Cuenta con institución encargada de ejecución. 0: No	0= 0 1= 100
Presencia de mecanismos deevaluación	1: Cuenta con mecanismos de evaluación. 0: No	0= 0 1= 100
Presencia de mecanismos de coodinación interinstitucional	1: Cuenta con mecanismo de coordinación interinstitucional. 0: No	0= 0 1= 100
Ética y gobernanza de la IA	1: Existen aspectos de ética y gobernanza de la IA en la estrategia 0: no existe ética y gobernanza de la IA en la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
Infraestructura y Tecnología de la IA	1: Existen aspectos de infraestructura y tecnología de de la IA en la estrategia de IA del país 0: no existe aspectos de infraestructura y tecnología de la IA en la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
Desarrollo de Capacidades	1: Existe desarrollo de capacidades en la estrategia de IA del país 0: no existe desarrollo de capacidades en la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
Datos	1: Existe presencia de datos dentro de la estrategia de IA del país 0: no existe presencia de datos dentro de la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
Gobierno Digital	1: Existe presencia de gobierno digital dentro de la estrategia de IA 0: no existe presencia de gobierno digital dentro de la estrategia de IA	0= 0 1= 100
Industria y Emprendimiento	1: Existen términos de industria y emprendimiento dentro de la estrategia de IA 0: no existen términos de industria y emprendimiento dentro de la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
I+D	1: Existen términos de I+D en la estrategia de IA del país 0: no existen términos de I+D dentro de la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100
Cooperación Regional e Internacional	1: Existe cooperación regional e internacional en la estrategia de IA del país 0: no existe cooperación regional e internacional en la estrategia de IA del país	0= 0 1= 100

Tabla 3: Puntajes del indicador Estrategia de IA

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	CRI	CUB	ECU	SLVG	TM	HON	JAM	MEX	PANP	RY	PER	DOM	URY	VEN
Existencia de la estrategia	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Presencia de institución encarga de ejecución	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0
Presencia de mecanismos de evaluación	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Presencia de mecanismos de coordinación interinstitucional	0	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Ética y gobernanza de la IA	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
Infraestructura y Tecnología de la IA	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Desarrollo de Capacidades	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Datos	100	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Gobierno Digital	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Industria y Emprendimiento	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
I+D	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Cooperación Regional e Internacional	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
Promedio	**91**	**0**	**100**	**100**	**91**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**75**	**100**	**75**	**0**
Frecuencia	**11**	**0**	**12**	**12**	**11**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**	**12**	**9**	**0**

Fuente: ILIA 2024

E.3.1.1. Estrategias de IA en América Latina y el Caribe

Tal como se observa en la Tabla 3, en América Latina y el Caribe, actualmente solo siete países -Colombia, Brasil, Chile, Perú, Argentina, Uruguay[1] y República Dominicana- cuentan con estrategias nacionales oficiales de IA; un promedio bajo en comparación con el contexto global, donde cerca del 30% de países cuenta con dichos instrumentos. El ritmo del avance tecnológico y las fuertes implicancias del rezago en la promoción, implementación y regulación de esta tecnología, urgen a que más países de la región adopten políticas integrales en esta materia.

a) Colombia

En 2019, Colombia presentó el documento CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) titulado **Política Nacional para la Transformación Digital y la Inteligencia Artificial**, que describe una estrategia integral para mejorar el valor social y económico del país a través de tecnologías digitales.

La política tiene como objetivo mejorar la prestación de servicios digitales, promover la transformación digital y aprovechar las oportunidades asociadas con la Cuarta Revolución Industrial (4RI) y sus objetivos clave incluyen superar las barreras para la adopción de tecnología, fomentar la innovación digital y fortalecer el capital humano para la integración de la 4RI.

La política establece 14 principios, enfatizando regulaciones basadas en evidencia, el desarrollo de talento local y global, el uso ético de la IA, una infraestructura de datos robusta y el monitoreo del impacto de la IA en el mercado laboral. En tanto, las acciones estratégicas incluyen mejorar los sistemas de pago electrónico, actualizar las regulaciones para tecnologías emergentes, facilitar el despliegue de 5G, crear áreas de I+D, promover la movilidad de expertos en IA y desarrollar programas de formación para altos directivos. La inversión que requiere la política a lo largo de cinco años es de aproximadamente 121,619 millones de pesos (alrededor de 30 millones de USD) e implica un esfuerzo colaborativo entre las entidades gubernamentales para asegurar una transformación digital integral. Para monitorear el progreso y asegurar la alineación con los objetivos de la política, se han establecido medidas de seguimiento, con informes periódicos de todas las entidades involucradas, consolidados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

b) Brasil

La **Estrategia Brasileña de IA (EBIA),** presentada en 2021, sirve como la piedra angular de los esfuerzos de desarrollo de IA de Brasil, implementada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones.

Involucrando a 48 instituciones y más de mil participantes, la EBIA tiene como objetivo **refinar las políticas, establecer marcos de gobernanza y crear mecanismos de monitoreo**, además de facilitar el intercambio transfronterizo de herramientas de IA.

Fuera de lo anterior, apunta a conectar a Brasil con la red global de políticas públicas, fomentando la creación de empresas, la investigación científica y la gestión basada en evidencia.

La estrategia promueve la transparencia y la cooperación en la gobernanza de datos, realizando beneficios sociales y económicos. Además, incluye la estandarización de la terminología, directrices internacionales y manuales para mejorar la diplomacia de IA de Brasil, con políticas públicas coherentes que fomentan la innovación, la confianza y la responsabilidad.
La EBIA establece 74 metas con asignaciones específicas a varias entidades, las que cubren la capacitación (15% o 11 metas), la colaboración internacional, la gobernanza de datos, la ética (42% o 31 metas), la mejora de la productividad, la administración pública y la investigación.

En cuanto a las consideraciones éticas se centran en la regulación de datos y en abordar los sesgos.

El Ministerio coordina las acciones, invita a contribuciones de varios sectores y publica informes de progreso para asegurar la alineación con los objetivos, fortaleciendo la cooperación interdepartamental y posicionando a Brasil como líder en el desarrollo ético de IA.

c) Perú

En 2021, bajo la iniciativa del Gobierno y la Secretaría de Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros, un grupo de expertos desarrolló el borrador preliminar de la Estrategia Nacional de IA de Perú.
Con el objetivo de aprovechar las ventajas de la IA y abordar su estado actual, la estrategia posiciona a este país como líder en IA a través de **seis ejes estratégicos: i) Capacitación y Atracción de Talento; ii) Modelo Económico; iii) Infraestructura Tecnológica; iv) Datos; v) Ética; y vi) Colaboración.**

Las iniciativas clave incluyen el establecimiento de un Centro Nacional de Innovación e IA, la integración de la IA en la cadena de valor, la mejora de la infraestructura local para la investigación en IA, la promoción de datos abiertos, el uso ético de la IA y el fomento de la colaboración.

La estrategia detalla 14 objetivos y 75 subobjetivos, con Capacitación y Atracción de Talento y el Modelo Económico cada uno representando el 28.57% de los objetivos, Infraestructura Tecnológica y Datos cada uno con el 14.29%, y Ética y Colaboración cada uno con el 7.14%.

d) Chile

En 2021, el Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación introdujo la **Política Nacional de Inteligencia Artificial de Chile**, estableciendo una visión proyectada al 2031 para ser pionero en aplicaciones de IA a nivel mundial y liderar la región de América Latina y el Caribe.

La política, que involucró a más de 1.300 participantes en talleres especializados y a 5.300 personas en diálogos a nivel nacional, recopiló diversas ideas y preocupaciones. Estructurada en torno a ámbitos como "Factores Habilitantes", "Desarrollo y Adopción" y "Matices Sociales y Legales", se centró en el **desarrollo de talento, la infraestructura tecnológica, los problemas de datos, la mejora de la productividad, el fomento de la I+D, la atención al cambio climático, la ética, las implicaciones en el mercado laboral, el comercio electrónico, la propiedad intelectual y la ciberseguridad.**

En 2024, el gobierno chileno actualizó la política para incluir "Gobernanza y Ética", con objetivos para promover habilidades en IA en las escuelas, integrar ésta en la formación profesional, aumentar los expertos en la disciplina, mejorar la infraestructura de computación de alto rendimiento y mejorar las agendas de datos públicos.

La política actualizada también tiene como objetivo aumentar la productividad de la IA, impulsar la investigación a niveles de la OCDE, fomentar la colaboración academia-industria, crear certeza regulatoria, promover el uso ético de la tecnología y asegurar la cooperación y los estándares internacionales, mientras aborda el cambio climático, la igualdad de género, la inclusión y el uso responsable de la IA para los niños.

Es el Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Innovación el que supervisa la implementación.

1. La "Hoja de Ruta para la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático" de Uruguay de 2019, aunque no es oficialmente reconocida como una agenda nacional, sirve como un plan estratégico para impulsar el desarrollo económico y la productividad del país a través de la integración tecnológica avanzada

e) Uruguay[LP1]

La Hoja de Ruta para la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático de Uruguay data de 2019 y aunque no es oficialmente reconocida como una agenda nacional, sirve como un plan estratégico para impulsar el desarrollo económico y la productividad del país a través de la integración tecnológica avanzada.

Encabezada por el Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad, esta iniciativa prioriza varias áreas clave: **mejorar la educación STEM** a nivel secundario para construir una fuerza laboral sólida; **mejorar la educación terciaria** para producir graduados altamente capacitados; y **atraer talento global** mientras se aprovecha la experiencia de la diáspora uruguaya.

La hoja de ruta subraya la importancia de fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), asegurando el acceso a bases de datos completas y abordando las implicaciones éticas de las aplicaciones de la ciencia de datos. Además, aboga por asociaciones internacionales sólidas para facilitar el intercambio de conocimientos y alinearse con las tendencias globales.

Al incorporar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en los sectores público y privado, Uruguay busca mejorar su ventaja competitiva, aumentar la productividad e impulsar un crecimiento social y económico sostenible.

f) Argentina

El **Plan Nacional de Inteligencia Artificial** (PNIA), desarrollado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina en 2019, establece una estrategia integral de IA con 75 metas específicas distribuidas en 10 categorías: Talento (8 metas); Datos y Convergencia público-privada" (5 metas); Infraestructura de supercómputo (3 metas); I+D+i (10 metas); Implementación en el Sector Público (9 metas); Implementación en el Sector Privado (7 metas); Impacto en el Trabajo (9 metas), Ética y Regulación (7 metas); Vinculación Internacional (5 metas); Laboratorio de Innovación (9 metas); y Comunicación y Concientización (3 metas).

Cada una de las anteriores detalla la visión, las organizaciones responsables y las contribuciones a los ODS, respaldadas por una fase de diagnóstico que identifica oportunidades, desafíos, objetivos específicos y pasos de implementación.

Una fortaleza clave del PNIA es su enfoque de múltiples partes interesadas, que **involucra al gobierno, la industria, la academia y socios internacionales para fomentar la innovación** y asegurar que las tecnologías de IA maximicen los beneficios y minimicen los daños.

El plan enfatiza la mejora de la educación STEM y terciaria para construir una reserva de talento, atraer talento global e involucrar a la diáspora. Tiene un fuerte enfoque en I+D+i para la ventaja competitiva para lo cual asegura la accesibilidad a bases de datos, aborda las implicaciones éticas y promueve asociaciones internacionales para el intercambio de conocimientos.

Las prioridades estratégicas de este plan incluyen el desarrollo de un marco regulatorio, la mejora de la infraestructura de IA y el enfoque en la IA ética.

g) República Dominicana

La Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) de 2024 de la República Dominicana, tiene como objetivo posicionar al país como líder regional en IA, integrándola a la Cuarta Revolución Industrial y fomentando una economía basada en el conocimiento, al tiempo que se alinea con los principios éticos y la protección de los derechos humanos.

Encabezada por un Comité de Alto Nivel de los principales representantes de 20 instituciones estatales, liderada por el Ministerio de la Presidencia y coordinada por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicación del Gobierno (OGTIC) y el Gabinete de Innovación y Desarrollo Digital, la estrategia asegura un compromiso político de alto nivel y una amplia participación de las partes interesadas. Los ministerios y organismos gubernamentales clave, incluido el Senado, la Cámara de Diputados y la Corte Suprema, colaboran para implementar la estrategia, fomentando un enfoque unificado para aprovechar la IA para el progreso nacional.

La ENIA se estructura en torno a cuatro pilares principales: Gobierno Inteligente, Centro de Datos, Escala Regional y Centro de Talento e Innovación (#YosoyfuturoRD), y cuenta con un Plan de Acción que comprende 50 iniciativas distribuidas entre estos pilares. La estrategia enfatiza el papel del estado como inversionista emprendedor, con el objetivo de invertir el 1% del PIB en I+D para 2030, apoyado por el Fondo de Apoyo a la Innovación (FAI).

Para el seguimiento y control del progreso, la OGTIC realizará reuniones trimestrales y evaluaciones regulares para monitorear y evaluar la implementación de la estrategia, asegurando flexibilidad para adaptarse a las circunstancias cambiantes y avances tecnológicos. Este enfoque dinámico tiene como objetivo asegurar una implementación eficiente y una optimización de recursos para lograr los objetivos establecidos, con indicadores específicos y plazos hasta 2030 que aseguren la rendición de cuentas e hitos claros a lo largo del período de implementación.

En la **Tabla 4** es posible observar los **detalles de las estrategias oficiales de IA** vigentes en los siete países de la región, entre los que se cuenta el nombre del documento, el año de su entrada en vigencia y la institución pública a cargo de su diseño e impulso. Asimismo, es posible visualizar un esquema de los elementos (subindicadores) presentes -o no- en cada una de las políticas de IA, lo que condujo al cálculo del puntaje del indicador (Gráfico 2).

Tabla 4: Estrategias de IA en América Latina y el Caribe

		Vigencia		Institución[b]	La Estrategia Incluye		Presupuesto Asignado	La Estrategia Incluye Objetivos Sobre								
País	Documento	Emisión	Vencimiento[a]	Diseño y Apoyo Político	Mecanismos de Evaluación	Mecanismos de Coordinación Institucional		Ética y Gobernanza de la IA	Infraestruct. y Tecnología de la IA	Desarrollo de Capacidades	Datos	Gobierno Digital	Industria y Emprendimiento	I+D	Cooperación Regional e Internacional	Esfuerzos Legislativos para mitigar los Riesgos de la IA
ARG	Plan Nacional de Inteligencia Artificial	2019		Presidencia de la Nación	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
BRA	Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial	2021		Ministerio da Ciencia, Tecnologia, Inovações e Comunicações	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
CHI	Política Nacional de Inteligencia Artificial	0		Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
COL	Política Nacional para la Transformación digital y la Inteligencia Artificial	2019	2030	Departamento Nacional de Planificación. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Departamento Administrativo de la Presidencia de la República.	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
PER	Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial	2021		Secretaría de Gobierno y Transformación Digital				●	●	●	●	●	●	●	●	
DOM	Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial	2023	2031	Oficina Gubernamental de Tecnologías de la Información y Comunicación. Gabinete de Innovación y Desarrollo Digital. Presidencia de la República Dominicana.	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	
URY	Hoja de ruta ciencia de datos y aprendizaje automático	2019	2030	Ministerio de Industria, Energía y Minería					●	●	●	●	●	●	●	●

a: Aunque la estrategia de Colombia no incluye objetivos específicos sobre el tema de protección de datos, cabe destacar las múltiples iniciativas y políticas sobre este tema con que cuenta el país, como la Ley de Protección de Datos Personales (L.1581 de 2012) y las leyes 1273 de 2009, 1266 de 2008, 1712 de 2014 y 1928 de 2018.

b: En cuanto a las instituciones encargadas de la ejecución, Argentina, Brasil y Colombia asignan diferentes entidades según el objetivo de la estrategia. Para el resto de los países no hay claridad respecto de esto..

c: Si bien la estrategia de Colombia no incluye objetivos específicos sobre el tema de protección de datos, cabe destacar la existencia de las múltiples iniciativas y políticas sobre este tema en esta nación, como la mencionada Ley 1581 (2012) y las leyes 1273 de 2009, 1266 de 2008, 1712 de 2014 y 1928 de 2018.

Fuente: ILIA 2024 - CEPAL

El valor de la infraestructura en la estrategia de IA

El trabajo conjunto entre Google y el Estado chileno es pos de la conectividad de Latinoamérica

· El cable Humboldt es la primera ruta submarina de fibra óptica que unirá Chile con Australia para habilitar una conectividad más rápida, estable y a menor costo entre Sudamérica, Oceanía y Asia Pacífico.

· La iniciativa conjunta entre Google y el Estado de Chile busca traccionar la economía digital de Chile y de toda Latinoamérica, además de conectarlos con mercados globales clave.

Los cables de fibra óptica constituyen la columna vertebral del funcionamiento de Internet al transmitir millones de datos a gran velocidad, con mayor capacidad de ancho de banda y baja latencia. Esto implica un retraso mínimo en la transmisión de datos y, por ende, una mayor facilidad para el uso de aplicaciones críticas en tiempo real, que van desde juegos en línea hasta el monitoreo remoto de procesos industriales, sistemas de vigilancia, transmisiones financieras o telemedicina.

Una mejor infraestructura tecnológica constituye hoy la piedra angular para el desarrollo de tecnologías avanzadas como la IA, la computación en la nube (cloud computing) y los servicios como el 5G e Internet de las Cosas (IoT), todas fundamentales para la transformación digital y económica de los países por su impacto significativo en la productividad industrial, digital y científica.

En este contexto, la construcción de la ruta submarina Humboldt de más de 12 mil kilómetros de largo, impulsada por Google y el Estado de Chile a través de la empresa estatal Desarrollo País, es considerada una verdadera revolución en la conectividad local. El proyecto se encargará de proporcionar conectividad directa entre Sudamérica y Asia-Pacífico, lo que redundará en una menor latencia (aumento de la rapidez en el transporte de datos), otorgando mayor autonomía y resiliencia a las telecomunicaciones de Latinoamérica y consolidando a Chile como hub digital o centro tecnológico.

Esta iniciativa público-privada es un ejemplo de gobernanza innovadora y eficiente, que involucra la participación de múltiples actores que mostraron una visión a largo plazo y la capacidad estratégica de encontrar en Google al aliado que les permitió concretar una infraestructura crítica para el país.

"La gobernanza de Chile en el proyecto ha sido fundamental para poner en valor el proyecto y atraer el interés de una serie de actores para ser parte de él. En este proyecto conjunto entre Google y Desarrollo País se alinean los objetivos estratégicos y de largo plazo de ambas empresas. En el caso de Desarrollo País, se despliega una nueva infraestructura digital que le permite a Chile posicionarse en el mercado tecnológico como un centro neurálgico de desarrollo de centros de datos y nuevas soluciones tecnológicas, permitiéndole así, cumplir con la visión-país de ser el primero en la región en estar conectado directamente con Asia y Oceanía. Optamos por Google como socio estratégico por su amplia experiencia en el despliegue de cables submarinos a nivel mundial, lo cual nos da garantías de una ejecución seria con una compañía de clase mundial", explica Patricio Rey, gerente general de Desarrollo País, la empresa estatal responsable de gestionar infraestructuras a largo plazo en Chile.

La ambición de establecer un enlace directo entre Sudamérica y Asia mediante un cable submarino de fibra óptica surgió en 2016, durante el segundo mandato de Michelle Bachelet, planteándose como un proyecto que inicialmente miró hacia China. En 2018, durante el segundo gobierno de Sebastián Piñera, la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel) junto al apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF), licitaron estudios sobre aspectos técnicos, legales, financieros y económicos, definiendo como trazado óptimo el de Valparaíso-Sidney. En 2021, el proyecto fue asumido por Desarrollo País, empresa que al año siguiente lanzó una convocatoria internacional para buscar socios estratégicos en la construcción del cable. Fue entonces cuando se sumó Google, que mostró un sólido interés en colaborar con el Estado de Chile y que terminó sellando esta alianza público-privada en 2023, durante el gobierno de Gabriel Boric.

"Este cable consolida la posición de Chile como centro de la actividad digital de Sudamérica, lo que va a abrir oportunidades para nuevas industrias, puestos de trabajo y mejores condiciones laborales y de vida para miles de personas. De sur a sur no había conectividad de este tipo; por lo tanto, estamos avanzando adicionalmente desde una perspectiva geopolítica que es muy importante. Y eso nos debe llenar de orgullo", dijo el presidente de la República de Chile, Gabriel Boric, durante el lanzamiento de la iniciativa en enero de 2024.

Infraestructura holística

Los cables de fibra óptica conectan continentes y mercados, impulsando el imparable auge de las tecnologías digitales, que en 2021 registraron un incremento de U$ 34.000 millones en el valor anual de las exportaciones en seis economías en América Latina (0,8 % del PIB total), según el informe Digital Sprinters (2022) de Google. Un valor que podría cuadruplicarse y llegar a U$140.000 millones para 2030.

En el caso del Cable Humboldt se generará un intercambio de tecnología sin precedentes por el Pacífico Sur, abriendo nuevas puertas para conexiones entre Sudamérica y los principales centros tecnológicos de Asia en Hong Kong, Tokio y Singapur.

Esta conexión formará parte de la infraestructura integral de Google en Chile, que ya incluye un centro de datos en Quilicura (2015), el cable submarino Curie (2020) -que conecta Chile, Estados Unidos y Panamá-, y la inauguración de una región de nube en Santiago (2021), la segunda en América Latina después de Brasil.

"Chile ha tenido una política importante de atracción de inversiones y generación de capacidades en materia digital, a lo que se suma la alta disponibilidad de energía renovable. Es por eso que Google ha invertido fuertemente en este país y estableció en Quilicura su único centro de datos en Latinoamérica y el hemisferio sur. Se ha aprovechado la estabilidad económica y política de Chile, además de su amplia red de acuerdos comerciales, pues desde ese centro se prestan servicios a toda la región", afirma el gerente de Relaciones Gubernamentales y Políticas Públicas de Google Chile, Nicolás Schubert.

Patricio Rey, en tanto, destaca como aspecto clave de esta iniciativa público-privada la ventaja dada por la gran experiencia en infraestructura digital de Google, "lo que hace más eficiente la inversión del Estado y genera importantes economías de escala", dice.

Aunque los beneficios para Chile serán indudables, el cable Humboldt pretende potenciar a toda Sudamérica. "La conexión desde la región de Valparaíso beneficia al Cono Sur y a la región en general, con la posibilidad de utilizar los cables abiertos para otras empresas. Esto facilita nuevas conexiones entre data centers en Chile y Asia, brindando oportunidades de expansión para empresas de telecomunicaciones y tecnológicas. Hoy las comunicaciones submarinas de Chile son principalmente con Estados Unidos, con esta nueva conexión se abren a Australia y Asia", explica Cristian Ramos, director de Desarrollo de Infraestructuras de Google.

Hub tecnológico e IA

Todo lo anterior, afirma Schubert, mejorará la experiencia de navegación y uso de internet de los usuarios y será fundamental para aplicaciones en tiempo real. “Estos avances impulsarán el desarrollo digital de Chile y lo destacarán como un referente en la región”, dice Schubert, refiriéndose concretamente al desarrollo de tecnologías como la IA y el cloud computing.

El tema no es menor. El Índice de Interconexión Global 2023 predice que el 85% de las empresas globales ampliarán el acceso multicloud en varias regiones para el 2025. Mientras que se prevé que entre Asia Pacífico y Sudamérica el tráfico de datos crezca un promedio anual de un 28% durante los próximos 20 años.

De allí que la apuesta del gobierno chileno sea aprovechar el Cable Humboldt para potenciar como hub emergente a Valparaíso en Sudamérica. “La apuesta de Google por Chile da cuenta de la confianza que nuestro país genera en inversionistas internacionales del mundo de la tecnología, lo que es sumamente importante para consolidar al país como un hub digital”, asegura Patricio Rey.

En el caso de Chile, las ventajas que posee en energías renovables podrían promover la instalación de Data Centers y empujar, así, el desarrollo de capacidades en la nube y servicios digitales que beneficiará tanto a grandes empresas como a pymes, startups y sectores emergentes. “Los desarrolladores y creadores sabrán que pueden contar con una mejor experiencia. Este efecto se vio con las inversiones en servicios en la nube. Nuevas infraestructuras permiten la creación de nuevos servicios, no solo se obtienen beneficios directos, sino que también se crea un ecosistema. Lo vimos cuando Curie entró en vigor, que trajo un beneficio económico significativo para el país en su conjunto, un efecto multiplicador, porque permitió a muchos otros negocios e industrias ser más eficientes”, afirma Cristian Ramos.

El mayor acceso al cloud computing dará vigor a tecnologías como el monitoreo de IoT (Internet de las Cosas) que ya está generando impactos en empresas de interés nacional como Codelco. La minera estatal del cobre en Chile aumentó en 4% su producción tras implementar centros de operaciones integrados y tecnologías IoT.

La investigación científica también se verá favorecida por la nube. “La aceleración de la transferencia de datos tendrá incidencia también en la observación astronómica ubicada en el norte de Chile, la que genera un volumen los datos que necesita ser transmitido a universidades y centros de estudio. Anteriormente, ésta seguía rutas tradicionales a través del hemisferio norte y luego cruzaba el Pacífico. Pero ahora, con una ruta directa, se espera una mejora significativa en la velocidad y el costo de las conexiones, lo que beneficiará a la ciencia también”, indica Schubert.

El impacto económico es otro beneficio medido. Según Analysys Mason, los cables submarinos de Google en América Latina y el Caribe, a través de cinco países, generarán un aumento acumulado del PIB de U$178.000 millones entre 2017 y 2027, con la creación de aproximadamente 740.000 puestos de trabajo adicionales para 2027. Esto representa un aumento anual del PIB del 1,08%. “Por ejemplo, el cable Curie ha aumentado la capacidad internacional de salida de Chile (mayor tráfico de datos hacia y desde otros países) en un 30%. Se espera que entre 2020 y 2027, el cable Curie aporte U$19.200 millones y cree 67.000 empleos en la región”, dice el director de Desarrollo de Infraestructuras de Google.

Ingeniería de alto nivel

Según el Cable Map 2024, desde 2018 Google ha invertido en 29 proyectos de cables submarinos de fibra óptica, de los cuales cinco conectan a Latinoamérica: Monet (a Brasil y a Estados Unidos), Tannat (a Argentina con Uruguay y Brasil), Curie (a Chile, Panamá y Estados Unidos), Junior (Río de Janeiro con Praia Grande) y Firmina (Estados Unidos con Brasil, Uruguay y Argentina). Se trata de obras de ingeniería de alto nivel, muy costosas, que incluyen simulaciones, sondajes, fabricación e instalación en el lecho marino.

Humboldt, por su parte, está en pleno desarrollo. “Este año nos centraremos en obtener permisos para estudiar el lecho submarino, esencial para trazar la ruta del cable. Ya completamos un estudio preliminar utilizando cartografía submarina y ahora necesitamos confirmar la ruta con un survey detallado. Paralelamente, comenzaremos la construcción del cable, un proceso largo y complejo que implica la fabricación completa del cable y la instalación de repetidores. Una vez ajustada la ruta y obtenidos los permisos, procederemos con la instalación del cable en el lecho marino, garantizando una vida útil de unos 25 años”, señala Ramos.

El aterrizaje del cable Curie en Valparaíso ocurrió en abril de 2019. “El cable llegó a la costa y fue cubierto con arena y anclado en tierra para evitar que la gravedad lo jalara al mar. La construcción del cable se hizo previamente en una fábrica y luego se depositó en el lecho marino utilizando barcos especializados, explica Ramos para ilustrar lo que se viene prontamente con el de Humboldt. Esta infraestructura se instalaría en 2025 y estaría operativo en 2026. “Esto se potenciará, además, con la iniciativa Pacific Connect de Google -que conecta la Polinesia Francesa, Fiji, Guam, las Islas Marianas, Japón, Hawái y Estados Unidos- lo que reforzará la resiliencia de las redes y vinculará las islas del Pacífico con continentes. Cuantos más nodos de conexión, más resilientes son las redes, pues permiten que el tráfico encuentre rutas alternativas en caso de cortes”, concluye el director de Desarrollo de Infraestructuras de Google, Cristian Ramos.

E.3.2 Involucramiento de la sociedad

Un elemento central en la legitimidad y sostenibilidad de las políticas de IA tiene que ver con el nivel de involucramiento de la sociedad en su formulación y construcción. Para evaluar lo anterior, se ejecutó una revisión de escritorio de la documentación asociada a las políticas y estrategias de IA vigentes en América Latina y el Caribe, con el objeto de detectar evidencia en torno a los mecanismos de participación ciudadana que se incluyeron en el proceso de construcción y los actores fuera del Estado que participaron de la formulación de manera formal.

Son dos los subindicadores que determinan cuán participativa es la comunidad en la generación de una estrategia oficial capaz de trazar una "ruta" para alcanzar la IA.

a) Participación ciudadana
b) Metodología *multistakeholder*

El subindicador de **Participación ciudadana** evalúa el nivel de relevancia e incorporación de mecanismos más directos de participación ciudadana durante el proceso de formulación de la política. De los países que cuentan con una vigente, cinco de ellos -**Argentina, Brasil, Colombia, República Dominicana y Uruguay- reportan la existencia de mecanismos de participación** ciudadana en documentos públicos, pero sin exhibir los resultados o accionables asociados a esos procesos.

Hay que señalar que países como Perú no publican la existencia de mecanismos de participación durante el proceso de formulación, independientemente de que en el plan de trabajo se hayan incluido como parte del proceso. A Costa Rica, en tanto, se le asigna puntaje pese a no contar con una estrategia vigente publicada; ello porque está en proceso de formulación de la misma y se han establecido mecanismos de participación ciudadana para su construcción.

El **caso de Chile destaca en este subindicador,** considerando que se llevaron adelante tres mecanismos de participación ciudadana. En primera instancia, se realizó una convocatoria centralizada a través de Secretarías Regionales Ministeriales de cinco macrozonas para una consulta pública preliminar junto con la publicación de un manual para la autoconvocatoria de partes interesadas que quisieran insumar el proceso. Tras la incorporación de los elementos de estos procesos, se sometió el borrador final a una consulta pública digital, para luego entregar los resultados de los procesos señalados -anonimizados- para escrutinio público.

Por otro lado, el subindicador **Metodología *multistakeholder*** refleja el nivel de participación formal de otros grupos de interés durante el proceso de formulación aparte del gobierno. Como "participación formal" se entiende a la **incorporación formal**, regular y periódica de **distintos actores que representen a un grupo o colectivo** -ajeno al gobierno- a lo largo del proceso de formulación de estamentos. Estos se refieren a la industria, la academia, la sociedad civil organizada (activismo específico) y al público general no organizado.

De los siete países analizados que cuentan con estrategias vigentes, todos estaban involucrados en, al menos, un estamento. En el caso de Colombia y Perú, ambos incorporaron a la academia de manera formal, a través de sociedades científicas o agrupaciones de rectores. Brasil, en tanto, hizo lo propio con el sector privado industrial, el que participó de manera regular en la formulación de la política. Por otra parte, Argentina, Uruguay y República Dominicana incluyeron a dos actores de forma regular en la formulación de su política, mientras que **Chile integró a representantes formales de la academia, el sector privado, la sociedad civil y público general** en el llamado Comité Asesor de IA, el que se constituyó por decreto ministerial para guiar el proceso de creación de la estrategia nacional de IA. Es por esta razón que dicha nación obtuvo el puntaje máximo en este subindicador.

El indicador de **Involucramiento de la sociedad tiene un peso de 25%** del total de la subdimensión de Visión e institucionalidad. La Tabla 6 muestra los puntajes obtenidos en Participación Ciudadana y Metodología *stakeholder* de acuerdo a los puntajes establecidos las categorías establecidas en el Tabla 5.

Tabla 5: Puntaje de según categoría para subindicadores de Involucramiento de la Sociedad

Subindicador C	ategorías	Puntaje
Participación ciudadana	1. No participación	0 puntos
	2. Participación informal (ej mails)	25 puntos
	3. Hubo un mecanismo, pero no están publicados los resultados	50 puntos
	4. Hubo un mecanismo y están publicados los resultados	75 puntos
	5. Hubo más de un mecanismo	100 puntos
Metodología multistakeholder	1. Solo gobierno	0 puntos
	2. Gobierno +1	25 puntos
	3. Gobierno +2	50 puntos
	4. Gobierno +3	75 puntos
	5. Gobierno, academia, industria, sociedad civil organizada, público en general	100 puntos

Tabla 6: Puntaje de Involucramiento de la sociedad

	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	CRI	CUB	ECU	SLV	GTM
Participación ciudadana	50	0	50	100	50	50	0	0	0	0
Metodología multistakeholder	50	0	25	100	25	0	0	0	0	0
Promedio	**50,00**	**0,00**	**37,50**	**100,00**	**37,50**	**25,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

	HON	JAM	MX	PAN	PRY	PER	DOM	URY	VEN
Participación ciudadana	0	0	0	0	0	0	50	50	0
Metodología multistakeholder	0	0	0	0	0	25	50	50	0
Promedio	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**12,50**	**50,00**	**50,00**	**0,00**

Metodología RAM, de UNESCO: Un “GPS” para la IA ética y responsable

· Con el fin de saber cuán preparado está cada país para implementar de manera ética y responsable la IA, la UNESCO desarrolló un instrumento llamado Readiness Assessment Methodology (RAM).

· En Latinoamérica, 14 países la están implementando, destacándose Chile como un modelo global al ser el primero en completarla.

Si hay un aspecto en el que la IA genera consenso es en que requiere de una regulación adecuada para maximizar sus beneficios y mitigar los riesgos.

En 2017, Canadá lanzó la primera estrategia nacional de IA en el mundo. Según revela el AI Index Report 2023 del Instituto de Inteligencia Artificial Centrada en el Ser Humano (HAI), de la Universidad de Stanford. Desde entonces se han presentado 62 estrategias en el mundo, 14 están en desarrollo y 127 países cuentan con al menos una ley relacionada con IA.
Pese a ello, no fue sino hasta la 41ª Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), realizada en noviembre de 2021, que el mundo pudo contar con el primer marco normativo global para desarrollar éticamente la IA.

El uso acelerado de esta tecnología y su impacto en la sociedad se había vuelto una prioridad para el organismo de Naciones Unidas, que ya en su sesión plenaria de 2019 había aprobado la creación de una normativa global sobre el tema. Así, a principios de 2021, la UNESCO llevó a cabo una consulta multidisciplinaria con expertos globales para establecer los principios y directrices para el desarrollo y uso responsable de la IA. Estos principios quedaron plasmados en la “Recomendación sobre la Ética de la IA”, norma aprobada por los 193 países miembros de la UNESCO en la 41ª Conferencia. “Es el primer instrumento a nivel global que ha sido aceptado y adoptado por esa cantidad de países”, señala la economista Natalia González, quien es la coordinadora experta en Ética de Inteligencia Artificial para América Latina y el Caribe de la UNESCO.

La organización creó la mencionada recomendación como una guía que ayuda a gobiernos, empresas y organizaciones a estar mejor preparados para afrontar, mitigar y resolver los efectos no deseables de la IA. La guía cubre 11 ámbitos de acción política, incluyendo la gobernanza ética, la política de datos, la educación y la salud e investigación, entre otros. Con ello fomenta, entre otras cosas, la alfabetización en IA, el empoderamiento de la investigación ética en la educación y el aprendizaje electrónico, y la promoción de investigaciones interdisciplinarias mediante inversiones y colaboraciones sectoriales que respeten los Derechos Humanos.

Para implementar la “Recomendación sobre la Ética de la IA”, la UNESCO desarrolló un instrumento concreto, la Metodología de Evaluación del Estado de Preparación -más conocido como RAM, por su siglas en inglés- y que tiene por objetivo evaluar -a través de cuestionarios y otros instrumentos de participación- cuán preparado está un país para la implementación ética de la IA en cinco dimensiones: la jurídica/regulatoria, la social/cultural, la económica, la científica/educativa y la tecnológica/infraestructural.

Metodología práctica

Esta herramienta ayuda a los países a evaluar si sus leyes y políticas de IA son adecuadas y se alinean con los principios de la Recomendación Ética de la UNESCO, asegurando así un desarrollo positivo de la IA que respete los derechos fundamentales de las personas.

La implementación de la RAM contempla la formación de equipos nacionales, la contratación de consultores locales, y la organización de eventos y talleres con diversos actores del sector público y privado, además de académicos y organizaciones sociales.

Los actores del sector público utilizan el cuestionario RAM para evaluar el estado de la IA en las cinco dimensiones mencionadas. Los resultados obtenidos guían los cambios institucionales y regulatorios necesarios de ejecutar. Esta información se complementa con datos del sector privado y civil recogidos en talleres y mesas de trabajo interdisciplinario. Finalmente, se publica el “Informe de Evaluación de la Preparación de la IA”, que presenta los resultados de la RAM y ofrece recomendaciones de políticas para abordar brechas de gobernanza y garantizar un ecosistema de IA responsable, alineado con la Recomendación de la UNESCO.

A nivel mundial, unos 50 países están trabajando con la metodología, de los cuales 14 son latinoamericanos. Chile fue el primer país del mundo en finalizar la implementación de la RAM y en publicar su informe final. Se espera que en los próximos meses se publiquen los de Uruguay, República Dominicana y Cuba, mientras que otros siguen su proceso. “La UNESCO ha estado utilizando a Chile y Uruguay como ejemplos globales, debido a su avance y liderazgo en la temática”, dice la experta del organismo internacional.

El caso chileno

El proceso de implementación de la RAM en Chile constó de cuatro fases y se completó en menos de un año. Fue llevado a cabo por la consultora chilena Foresigth, contratada por la UNESCO, y contó con la colaboración directa del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile. Se realizó para actualizar la Política Nacional de Inteligencia Artificial de este país (2021), presentada en mayo pasado, incorporando todas las recomendaciones del instrumento. “La evaluación del proceso de la RAM en Chile coincidió con la salida del Índice Latinoamericano de IA 2023 y la actualización de la Política Nacional de IA. Esto puso a Chile en una buena posición y le permitió levantar información valiosa y detallada sobre cómo estamos y activó la conversación en áreas donde faltaba”, explica José Guridi, cofundador de Foresight, consultora encargada de aplicar la RAM en Chile.

En la primera fase, se formó una comisión interministerial para diagnosticar la IA en el Estado mediante el cuestionario de la RAM. Se realizaron talleres en seis macrozonas con 300 participantes de diversos sectores para recoger percepciones sobre las oportunidades y desafíos de la IA. Luego concluyó con una hoja de ruta revisada por contrapartes ministeriales y un informe de evaluación con recomendaciones. “Las recomendaciones de la RAM de la UNESCO fueron muy útiles para enfocar los esfuerzos realizados durante la actualización de la Política Nacional de la Inteligencia Artificial de Chile (PNIA), permitiendo avanzar en impactos culturales y sociales, estableciendo principios éticos y promoviendo la responsabilidad y transparencia en el desarrollo y uso de la IA”, dice la ministra de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, Aisén Etcheverry.

Además de su aporte a la PNIA, los elementos identificados a través de este instrumento fueron recogidos en un proyecto de ley presentado al Congreso chileno, en mayo de 2024, “que promueve la IA centrada en el ser humano y que busca proteger la salud, seguridad, derechos fundamentales y a los consumidores, además de proponer una combinación de autorregulación y regulación basada en el riesgo, clasificando los sistemas de IA según su nivel de amenaza, siguiendo los principios éticos que están en consonancia con la “Recomendación de la UNESCO sobre la Ética de la IA”, señala la ministra.

El consultor indicó que uno de los aspectos destacados de la experiencia en Chile es que la implementación de la RAM fue participativa, lo que enriquece el resultado, porque considera el ambiente emocional sobre la IA. “En Chile, observamos que, en general, hay una mirada más bien optimista sobre la inteligencia artificial. Se le ve con un gran potencial que hay que aprovechar”, explica Gurudi.

El informe final de la RAM recomienda a Chile priorizar las leyes de protección de datos y ciberseguridad, formular estrategias de IA a nivel municipal, evaluar el impacto de la IA en la cultura y el medioambiente, atraer inversión en infraestructura tecnológica y mitigar el impacto en la fuerza laboral con planes de reciclaje laboral. También propone una gobernanza adaptativa para lo cual recomienda crear un órgano especializado que supervise la implementación de políticas de IA, asegure su alineación con la legislación vigente y proponga mejoras regulatorias.

El documento ya está publicado y formará parte del Observatorio Ético de la IA de la UNESCO, plataforma que compartirá buenas prácticas globales. Mientras tanto, el organismo de la ONU trabajará con países que han completado el proceso de la RAM para ajustar y actualizar metodologías. “La dinámica futura implicará revisión periódica y adaptación de estrategias debido al rápido avance tecnológico,” afirma Natalia González de la UNESCO.

E.3.3 Institucionalidad

El tercery último indicador de subdimensión es **Institucionalidad**, el que se compone del subindicador **Existencia de institucionalidad.** Éste agrega elementos que se incluyen en en el indicador de Estrategia de IA mencionado arriba, y busca exhibir el grado de complejidad e interacción pública para la gestión y seguimiento de la estrategia de IA.

De los siete países con estrategia vigente, el único que no cuenta con una institucionalidad formal para su seguimiento es Perú, aunque la misma estrategia establece objetivos específicos de gestión e, incluso, los pondera, lo cual es un punto de partida favorable para la asignación de responsabilidades en la materia. Por su parte, Argentina, Brasil, Colombia y República Dominicana definen la institucionalidad principal de la Estrategia de IA en un ministerio específico, con mandato claro y reglamentado para la ejecución de la misma. **Chile y Uruguay son países que obtienen el máximo puntaje**, pues no solo delegan la responsabilidad del seguimiento en un organismo público específico, sino que también definen **espacios de coordinación interinstitucional** en el marco de la estrategia.

El indicador de **Institucionalidad tiene un peso de 25%** del total de la subdimensión de Visión e Institucionalidad.

Tabla 5: Puntaje de indicador Institucionalidad

1. No existe = 0 puntos
2. Existe fuera del Estado = 25 puntos
3. Existe en un ministerio = 50 puntos
4. Existe una agencia independiente = 75 puntos
5. Existe e involucra a más de una institución = 100 puntos

País	AR	BOL	BRA	CH	COL	CRI	CUB	ECU	SLV	GTM
Existencia de Institución	50	0	50	100	50	0	0	0	0	0

País	HON	JAM	MX	PAN	PRY	PER	DOM	URY	VEN
Existencia de Institución	0	0	0	0	0	0	50	100	0

El establecimiento formal de mecanismos de coordinación interinstitucional, ya sea a nivel de ministerios o agencias ejecutoras, puede favorecer de manera relevante el cumplimiento oportuno de los objetivos de las estrategias de IA. Como se constata anteriormente, la mayoría de las políticas vigentes abordan temáticas que trascienden el mandato específico de un solo ministerio o repartición pública, por lo que el cumplimiento de la visión estará condicionado a la capacidad de articulación del organismo encargado. La existencia de espacios formales para llevar adelante esta coordinación y seguimiento -ya sea a través de mesas de trabajo periódicas o comités interministeriales- agiliza conversaciones y promueve la coordinación y transparencia en los esfuerzos. Ello, además de permitir un seguimiento oportuno de los procesos.

En lo que se refiere a la Institucionalidad, hay varios espacios de mejora. A excepción de Perú, las estrategias cuentan con mecanismos de evaluación. Sin embargo, solo tres países incluyen mecanismos de coordinación interinstitucional y solo uno asigna presupuesto.

En cuanto al abordaje temático, en general hay una amplia cobertura, pues varios de los temas son tratados también en otros instrumentos de política como las agendas nacionales de transformación digital. Desde el punto de vista temático, es importante encontrar un equilibrio entre el desarrollo y adopción de la IA y la protección de los ciudadanos a través de la regulación.

El valor de las instituciones en la estrategia de IA

OBIA, el debut del Observatorio Brasileño de IA

· Como respuesta al impacto de la IA en los ecosistemas productivos, educativos y comerciales, así como para garantizar la transparencia y responsabilidad en su uso, Brasil desarrolló su Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial en 2021, recientemente actualizada.

· Un rol clave en la implementación de ésta es el Observatorio Brasilero de Inteligencia Artificial el que está recopilando datos de IA en Brasil con especial énfasis en la industria, gobierno, salud y educación para así proporcionar información actualizada a diversos actores, incluyendo a tomadores de decisiones.

El Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL) es una rama de la IA que permite a las computadoras comprender y traducir textos y audios en múltiples idiomas, facilitando la comunicación global. Sin embargo, existe una falta de herramientas y datos específicos para el entrenamiento de sistemas de diálogo en portugués brasileño, idioma que hablan más de 200 millones de personas. De ese problema busca ocuparse el Centro de Inteligencia Artificial (C4AI/USP), de la Universidad de Sao Paulo, donde más de 100 investigadores trabajan en diversos proyectos innovadores con IA, como el mencionado procesamiento del portugués y de lenguas indígenas, que en Brasil suman más de 150.

El C4AI/USP es uno de los 11 Centros de Investigación en Ingeniería y Centros de Investigación Aplicada (CPE/CPA) en IA establecidos por la Fundación de Apoyo a la Investigación Científica del Estado de São Paulo (FAPESP). Estos centros son promovidos por el gobierno brasileño para potenciar esta tecnología en diversas áreas estratégicas del país y sus datos e investigaciones nutrirán al nuevo Observatorio Brasileño de Inteligencia Artificial (OBIA).

El OBIA nace como un repositorio público y de libre acceso que tiene como objetivo compilar y proporcionar información sobre los avances de esta tecnología en este país, además de conectarse con otros observatorios internacionales. “Su principal propósito es observar el desarrollo, impacto y adopción de la IA en Brasil, tanto cuantitativa como cualitativamente. Buscamos ser un repositorio de información para tomadores de decisiones, la industria y otros stakeholders”, dice Tuca-Luiz Alexandre Reali Costa, gerente del OBIA.

Lanzado en 2022 por encargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) al Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR (NIC.br), el observatorio OBIA fue una de las prioridades definidas por la Estrategia Nacional Brasileña de IA, aprobada en 2021 y actualizada en 2024. La política buscaba, desde un inicio, fomentar el emprendimiento y la innovación tecnológica en este país a través de 9 ejes, uno de los cuales es la Gobernanza de la IA y dentro de la cual OBIA es la iniciativa prioritaria.

Desde entonces, un equipo multidisciplinario ha trabajado en su creación y desarrollo, inaugurando su página web en marzo pasado y preparando su lanzamiento para septiembre de 2024.

Parte del grupo impulsor lo han integrado activamente profesionales de NIC.br y del Centro Regional de Estudios sobre el Desarrollo de la Sociedad de la Información (Cetic.br), con el apoyo del Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE), la Fundación Sistema Estatal de Análisis de Datos (SEADE), el Centro de Inteligencia Artificial (C4AI/USP), entre otros. “La Unión Internacional

de Telecomunicaciones (UIT), la UNESCO, el IRCAI (International Research Center on AI) y la OCDE también han sido relevantes para alinear los esfuerzos del Observatorio con las mejores prácticas globales", comenta Reali Costa.

Los 11 centros de IA, que nutrirán al OBIA, abarcan áreas estratégicas como industria, salud, ciudades, agricultura y ciberseguridad, entre otros. Estos centros fueron seleccionados en dos convocatorias públicas lanzadas entre 2021 y 2023 por la FAPESP junto al Ministerio de Ciencias de Brasil (MCTI-MC) y al Comité Directivo de Internet en Brasil (CGI.br). La excepción fue el C4IA/USP, el primero de su tipo en integrarse al observatorio, pero que surgió en colaboración con IBM.

Cuatro áreas vitales

La creación del Observatorio Brasileño de IA (OBIA) fue un proceso complejo que planteó diversos desafíos, como mantenerse al día con la velocidad y el alcance de los avances en el campo, integrar múltiples perspectivas y metodologías, y establecer una mejor coordinación entre los productores de datos que alimentan el observatorio.

Uno de los avances estratégicos del OBIA fue la definición de indicadores en cuatro dimensiones clave para analizar la inteligencia artificial en Brasil. "En Cetic.br manejamos muchos indicadores sobre la adopción de tecnologías digitales en Brasil desde hace 20 años y para el observatorio los hemos ido agrupando en cuatro segmentos: gobierno, salud, educación y diversos sectores económicos. También sumaremos formación académica, producción de conocimiento y patentes", comenta Alexandre Barbosa, jefe del Centro Regional de Estudios sobre el Desarrollo de la Sociedad de la Información (Cetic.br), vinculado al NIC.br.

Para monitorear este trabajo, se está creando un comité de gobernanza multisectorial, que abordará las necesidades de los indicadores actuales y futuros. "El OBIA se nutrirá de indicadores de diversas fuentes, como encuestas bianuales y bases de datos actualizadas automáticamente. Aunque la periodicidad variará, se garantiza un análisis profundo y actualizado para mantener la relevancia y precisión del observatorio", explica Luiz Reali Costa.

El repositorio incluirá documentos sobre IA, no solo de Brasil, sino también de otros países como las estrategias nacionales de IA de Chile, Alemania, Japón y otros países, que serán clasificados según una taxonomia para facilitar la recuperación y el cruce de datos, según Barbosa.

Desafíos

Brasil se destaca como uno de los líderes regionales en IA, según el último Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial de 2023, por una serie de fortalezas en infraestructura, capital humano, disponibilidad de datos y gobernanza en este campo, destacándose además por su amplia digitalización de servicios públicos y por ser el único país latinoamericano entre las 20 naciones con mayor volumen de publicaciones académicas en IA.

Sin embargo, tiene tareas pendientes en la materia: mejorar aún más la infraestructura en IA, especialmente en zonas remotas y rurales; ampliar el uso de esta tecnología a diversos sectores económicos; y aumentar la formación anual de doctores en el área, que hoy es cuatro veces menor que en EE.UU. "Esperamos un avance rápido con el apoyo de los centros de IA promovidos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología", señala el jefe de Cetic.br.

Para ello, estos 11 centros ya suman inversiones públicas y privadas por un total de 240 millones de reales hasta 2030, según el documento Inteligencia Artificial: Mapeando los Centros de inteligencia en Brasil: iniciativas, acciones y proyectos (Panorama Setorial da Internet. Nº 1, abril, 2024).

Abordar parte de esos desafíos también es el trabajo del OBIA, dado que la información que entregue puede ser crucial para la toma de decisiones. Para ello, actualmente trabaja en el lanzamiento de un portal de visualización de datos, en la integración a la plataforma de más centros de IA -tanto públicos como privados-, y en difundir los primeros resultados que permitan entregar un panorama actualizado y concreto sobre la situación de la IA en Brasil en diversas áreas.

"Nuestro objetivo final es que el OBIA se convierta en una iniciativa de referencia, cooperativa y multidisciplinaria que proporcione conocimiento confiable y completo para informar a la sociedad y orientar políticas, estrategias y acciones para la promoción del desarrollo y uso responsable de la IA en Brasil.", afirma el gerente de OBIA, Luiz Alexandre Reali Costa.

E.4 Subdimensión de Vinculación Internacional

Es pertinente evaluar la importancia relativa de los países en la discusión internacional sobre regulación de IA y su adhesión a mecanismos de gobernanza globales. La IA es una tecnología transfronteriza, por lo que los esfuerzos normativos locales deberían considerar los elementos de discusión pública en foros e instancias de coordinación internacional. Eso es lo que busca medir esta subdimensión: la incidencia de cada país en estos espacios internacionales, dado lo relevante que es que las inquietudes y el contexto de desarrollo prevalente en América Latina y el Caribe sea considerado en la toma de decisiones de una gobernanza global y multilateral.

La subdimensión de Vinculación Internacional está compuesta por **dos indicadores**. Uno de ellos es el de **Participación en definición de estándares**, que está compuesto por el **subindicador Participación en ISO**, el que mide si el país es un miembro observador o participantes dentro de la Red Iberoamericana de Protección de Datos, cuyo objetivo es garantizar la protección de los datos personales en la región, promoviendo la cooperación y el intercambio de experiencias entre sus miembros.

En la actualidad, los mecanismos y métricas de seguridad y equidad estadística con los cuales se evalúa la calidad y el potencial riesgo de algoritmos, emanan de la academia y se han transformado en estándares para la industria a través de la International Standard Organization (ISO).

La participación en ISO por parte de países de la región es relativamente marginal. Son 15 países los que están ausentes de este estándar. Mientras Argentina, México y Perú son miembros observadores, Brasil es el único país de la región que participa con derecho pleno. Además, este país será sede de la cumbre del G20 en noviembre del 2024, espacio durante el cual las potencias mundiales discutirán, entre otros tópicos, acerca de la gobernanza de la tecnología. Este evento solo consagra la relevancia de Brasil en materia geopolítica y su capacidad para orquestar una coordinación regional en la materia.

El segundo indicador es el de **Participación en organismos internacionales**, a su vez conformado por el subindicador **Participación en comités internacionales**, que evalúa si el país está incorporado en distintos tratados internacionales como el de Principios de la OECD Sobre IA, la Declaración de Santiago, la Red iberoamericana de Protección de Datos (RIPD), la Alianza para el Gobierno Abierto y GlobalPartnership on Artificial Intelligence.

Para estimar el grado de adhesión a estándares de gobernanza globales, se realizó una pesquisa de los tratados o comités vigentes en la materia fuera de la región. En este sentido, todos los países suscriben al menos un tratado internacional en la materia, que es la recomendación ética de la UNESCO para la IA. En ese sentido, resulta prometedor evidenciar que el alineamiento internacional es bastante homogéneo en la región, lo que podría habilitar la coordinación más estrecha de los países para manifestar posiciones comunes en los espacios de los que participan.

La subdimensión de Vinculación Internacional representa el **20%** de la ponderación total de la dimensión de Gobernanza.

La Tabla 8 muestra el puntaje promedio en cada país de los subindicadores Participación en ISO y Participación en comités internacionales. Este puntaje se obtuvo tomando como base las categorías expuestas en la Tabla 7.

Tabla 7: Subindicadores de Vinculación Internacional

Subdimensión	Categorías	Puntaje
Participación en ISO	0: No participa. 1: Miembro Observador 2: Miembro Participante	0 puntos 25 puntos 50 puntos 75 puntos 100 puntos
Participación en comités internacionales	0: Sin incorporación a tratados o comités 1: Incorporado a un tratado o comité 2: Incorporado a dos o más tratados o comités	0 puntos 25 puntos 50 puntos 75 puntos 100 puntos

Tabla 8: Puntaje subindicadores Participación en ISO y Participación en comités internacionales

País	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	CRI	CUB	ECU	SLV	GTM
Participación en definición de Estándares - Participación en ISO	50	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Participación en organismos internacionales - Participación en comités internacionales	100	50	100	100	100	100	50	100	100	100
Promedio	**75,0**	**25,0**	**100,0**	**50,0**	**50,0**	**50,0**	**25,0**	**50,0**	**50,0**	**50,0**

País	HON	JAM	MEX	PAN	PRY	PER	DOM	URY	VEN
Participación en definición de Estándares - Participación en ISO	0	0	50	0	0	50	0	0	0
Participación en organismos internacionales - Participación en comités internacionales	100	100	100	100	100	100	100	100	50
Promedio	**50,0**	**50,0**	**75,0**	**50,0**	**50,0**	**75,0**	**50,0**	**50,0**	**25,0**

Fuente: ILIA 2024

Cabe mencionar que se han llevado adelante esfuerzos destacables por promover posiciones comunes entre los países de la región a través de instancias internacionales. En octubre de 2023 se celebró en Santiago de Chile, la Primera Cumbre Ministerial y de Altas Autoridades sobre la Ética de la Inteligencia Artificial de América Latina y el Caribe, coorganizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, la UNESCO y la CAF. La Declaración de Santiago estableció un Grupo de Trabajo con miras a la constitución de un Consejo

Intergubernamental de IA para la región, que debiese salir fortalecido tras la Segunda Cumbre a realizarse en Montevideo, amparada por AGESIC.

En la misma línea, los esfuerzos de la Organización de Estados Americanos (OEA) para consolidar la Red de Centros de Excelencia de Tecnologías Transformadoras a través del COMCYT, ha permitido la difusión del trabajo de instituciones académicas y su acercamiento a tomadores de decisiones desde una perspectiva colaborativa.

Es preciso mencionar además a la séptima reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología, de noviembre del 2024, un espacio en el cual las acciones descritas anteriormente pueden consolidarse. Desde la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) se coordina el Grupo de Trabajo sobre IA, en el marco de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe (eLAC-2024). El GdT tiene como objetivo constituirse como un espacio de debate técnico sobre aspectos conceptuales y metodológicos en relación al diseño de políticas sobre AI en la región, con miras a la Conferencia Ministerial del organismo este año.

Es probable que existan otros esfuerzos multilaterales que no se indican en el párrafo anterior. De ser así, consolidan el panorama de un mosaico desarticulado de iniciativas y esfuerzos que apuntan en la misma dirección, pero que no operan de manera coordinada. La relevancia de las posiciones de América Latina y el Caribe en la discusión de gobernanza internacional de la IA, requiere de una articulación más clara y coherente de los diferentes esfuerzos que se han llevado adelante, logrando sumar fuerzas en torno a ideas e inquietudes comunes.

E.5 Subdimensión de Regulación

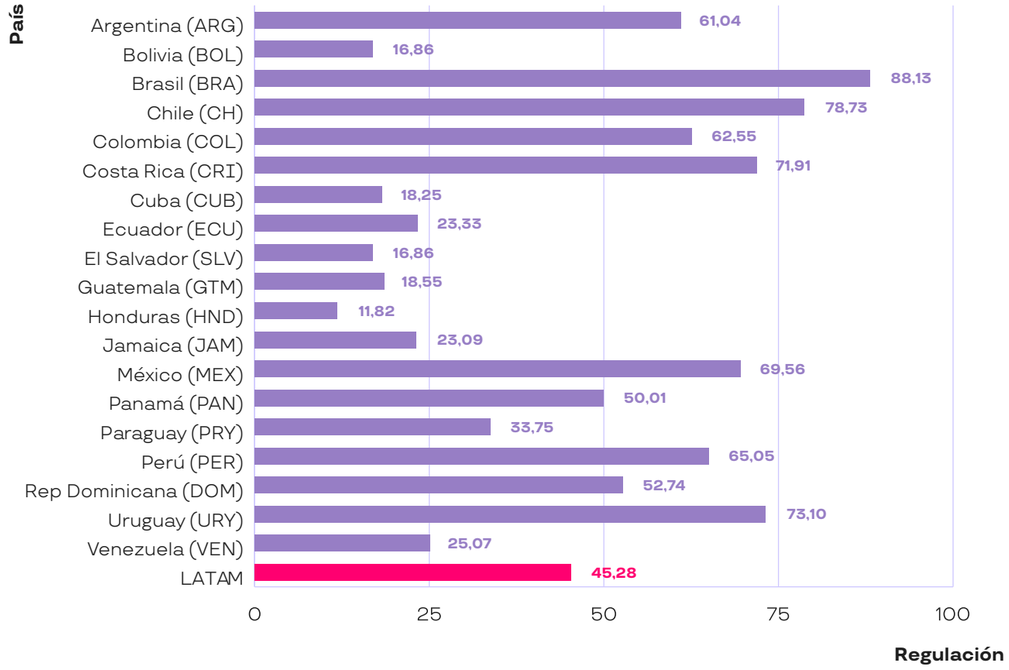
Esta subdimensión mide la madurez de los sistemas normativos que exceden las acciones concretas del poder ejecutivo y organismos internacionales. Se evalúa con el objeto de ofrecer una comprensión más acabada respecto a los mecanismos formales a través de los cuales se busca establecer límites a la IA para eludir impactos negativos, promover la legitimidad y los derechos humanos, y la sustentabilidad.

Esta subdimensión está compuesta por tres indicadores: **Regulación sobre IA, Ciberseguridad, y Ética y Sostenibilidad.**

La subdimensión de Regulación representa el **30%** de la ponderación total de la dimensión de Gobernanza.

Según se observa en el Gráfico 3, **Brasil y Chile lideran esta subdimensión con 88,13 y 78,73 puntos respectivamente**, ubicándose casi 40 puntos por encima del promedio de la región, que alcanza un puntaje de 45,28 puntos.

Gráfico 3: Subdimensión de Regulación



Fuente: ILIA 2024

Países con Regulación avanzada (sobre 60 puntos): Estos países tienen los puntajes más altos, indicando un entorno robusto y consolidado en términos de regulación. En este grupo se encuentran Brasil (88,13), Chile (78,73), Uruguay (73,10), Costa Rica (71,91), México (69,56), Perú (65,05), Colombia (62,55) y Argentina (61,04).

Países con Regulación moderada (30 a 60 puntos): Son aquéllos que presentan un nivel moderado de regulación, con puntajes que reflejan un desarrollo normativo cercano al promedio regional. Entre ellos están República Dominicana (52,74), Panamá (50,01) y Paraguay (33,75).

Países con Regulación incipiente (menos de 30 puntos): Se trata de naciones con puntajes bajos, lo que indica un entorno desafiante en términos de regulación y necesidad de mejoras significativas. Aquí se encuentran Venezuela (25,07), Ecuador (23,33), Jamaica (23,09), Guatemala (18,55), Cuba (18,25), Bolivia (16,86), El Salvador (16,86) y Honduras (11,82).

Además de las estrategias propiamente tal, los países cuentan con iniciativas que complementan normas para la promoción y regulación. Cabe señalar que Argentina está elaborando marcos legales integrales para la IA que enfatizan los estándares éticos y la supervisión regulatoria y que. Brasil, por su parte, está ampliando su panorama tecnológico con la Ley de IA Brasileña y las iniciativas orientadas a la transformación digital. En tanto Chile, aspira a ser un líder mundial en IA para 2031, empleando políticas e iniciativas de sandbox regulatorio para fomentar la innovación. Colombia es una nación que está mejorando su ecosistema de IA con centros de innovación y hubs públicos innovadores, y Uruguay está aprovechando el desarrollo de la IA en su sector público, enfocándose en la ciencia de datos y el aprendizaje automático para mejorar la productividad y el crecimiento económico.

E.5.1 Regulación sobre IA

Este indicador está compuesto solo por el subindicador de **Mitigación de riesgos**, que identifica la presencia de mecanismos explícitos en la iniciativa legislativa para la aplicación de estrategias y medidas que permitan reducir la probabilidad de que ocurran eventos adversos con el uso de la IA o minimizar su impacto en caso de que ocurran.

Para evaluar este subindicador, se procede de la siguiente manera: en caso de existir más de una iniciativa legislativa, se considera aquélla que esté patrocinada por el Poder Ejecutivo, y si no existe ninguna con ese patrocinio, se considera la que se encuentre en el trámite legislativo más avanzado.

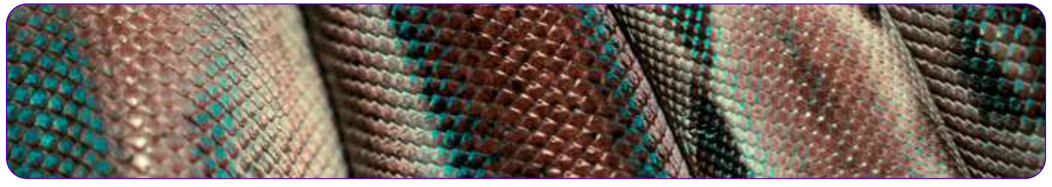
El indicador de **Regulación representa el 20% de la ponderación total** de la subdimensión de Regulación.

En la actualidad existen 38 iniciativas legales en discusión o aprobadas en materia de IA. Los contenidos son diversos y abordan desde elementos concretos o aplicaciones específicas de la tecnología hasta marcos regulatorios amplios. A modo de ejemplo, se identifican iniciativas que buscan modificar el Código Penal para sancionar explícitamente el uso de IA generativa en el caso de una estafa telefónica (Chile) o con objeto de violación de la privacidad sexual de una personas (México). Solo Perú y El Salvador cuentan con leyes que abordan directamente la temática, aprobadas y en vigencia desde el 2023.

Tal como lo muestra la **Tabla 9,** nueve de los 19 países de América Latina y el Caribe evaluados en el ILIA 2024 cuentan con algún mecanismo de mitigación de riesgos incluido en la iniciativa legal en discusión. Resulta interesante consignar que seis de los siete países que cuentan con una estrategia de IA vigente coinciden en la incorporación de la mitigación de riesgos a través de la ley.

Tabla 9: Puntaje subindicador Mitigación de riesgos

País	Categorías	Puntaje
Argentina	6	100
Bolivia	0	0
Brasil	2	100
Chile	6	100
Colombia	6	100
Costa Rica	3	100
Cuba	0	0
Ecuador	0	0
El Salvador	1	0
Guatemala	0	0
Honduras	0	0
Jamaica	0	0
México	4	100
Panamá	1	100
Paraguay	1	0
Perú	1	100
República Dominicana	1	0
Uruguay	2	100
Venezuela	3	0
Latam	**Total: 37**	**Promedio : 47,37**



Informe Foresight

Análisis y Recomendaciones sobre la Legislación y Regulación de Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe

Para entender a cabalidad el estado del arte de la discusión legislativa y normativa de la región, junto a la consultora Foresight se desarrolló un estudio detallado de las leyes y proyectos de ley de IA en la región de América Latina y el Caribe (LAC), que revela una dispersión de propuestas, promovidas por diversos actores como el legislativo, el ejecutivo, la sociedad civil y el sector privado.

Este estudio presenta un marco de evaluación a partir de los enfoques predominantes en la discusión global y la influencia de estos marcos conceptuales en la formulación de propuestas de discusión legal. Esto junto con caracterizar el estado de la discusión multilateral en los espacios globales con mayor avance en la materia.

Posteriormente, se realiza una caracterización general del estado del debate legislativo en la región, identificando cuatro hallazgos que describen la situación actual, considerando el contexto social, cultural y económico de América Latina y el Caribe. A partir de ese análisis, se ofrecen recomendaciones que apuntan a lograr una gobernanza nacional y regional que sea coherente y promueva una adopción justa y equitativa de la IA puesta al servicio de las personas.

Estado del debate

La regulación de la IA se encuentra en un momento crucial, marcado por la coexistencia de esfuerzos de armonización y una fragmentación regulatoria persistente. A pesar de los valiosos aportes de organismos como la OCDE, la UNESCO y la ONU, que han establecido principios fundamentales para una IA responsable, las diferencias en las legislaciones nacionales generan incertidumbre y desigualdades.

Foros internacionales como el Proceso de Hiroshima y el AI Safety Summit han evidenciado la urgencia de abordar los riesgos y oportunidades de la IA, dando lugar a iniciativas como la Declaración de Bletchley y la Declaración de Santiago. Sin embargo, la influencia de las grandes economías y la diversidad de contextos nacionales dificultan la creación de un marco regulatorio global uniforme.

Es fundamental fortalecer la cooperación internacional para superar estos desafíos. Los países en desarrollo, como los de América Latina y el Caribe, deben participar activamente en estos debates y adaptar las regulaciones a sus realidades, aprovechando las oportunidades que ofrecen los organismos internacionales para fortalecer sus capacidades.

Las complejidades de la fragmentación regulatoria se podrían exacerbar en el contexto de América Latina y el Caribe, donde existen pocos espacios de colaboración académica o comercial en IA si se compara con otras partes del mundo. Esta fragmentación podría obstaculizar aún más los procesos de asociatividad y, de esa manera, retrasar una adopción y despliegue armónico y justo de la tecnología, profundizando las brechas que ya existen.

A nivel global, tres organismos han avanzado con mayor éxito en el establecimiento de una gobernanza amplia: UNESCO, OCDE y las ONU. En noviembre de 2021 se aprobó la Recomendación sobre la Ética de la IA. La UNESCO ha proporcionado una herramienta fundamental para una IA ética y confiable. Su recomendación ofrece directrices claras para gobiernos, empresas y sociedad civil, asegurando que la IA se desarrolle de manera inclusiva y respetuosa con la diversidad. Para orientar a los países en la aplicación de la recomendación, se propuso la aplicación de un instrumento conocido como RAM, que muestra los desafíos concretos de los ecosistemas para avanzar en la dirección propuesta.

La OCDE adoptó los Principios OCDE en 2019 y han servido como estándar reconocido para la formulación de políticas. Para apoyar la aplicación de estos principios, se constituyó una red de expertos que colabora con los países desde una composición multiactor. Esta red propuso la creación de un marco para la clasificación de sistemas de IA, que vincula características técnicas de las herramientas con impactos de política pública, con el objeto de guiar la toma de decisiones en la materia. La ONU creó un organismo asesor para abordar este desafío en octubre de 2023, el cual generó una recomendación para albergar la gobernanza internacional de la IA en las Naciones Unidas, con siete funciones concretas.

Aproximaciones de países líderes globales

China ha adoptado un enfoque proactivo en la regulación de la IA, priorizando el control estatal y la alineación con los valores sociales. A través de leyes específicas y estrategias nacionales, el país busca regular la moderación de contenidos, proteger datos personales y garantizar un uso responsable de los algoritmos. Normas rigurosas sobre algoritmos de recomendación, *deepfakes* e IA generativa obligan a los proveedores de servicios a alinear sus operaciones con los objetivos nacionales. Además, China fomenta la colaboración público-privada y la evaluación constante de las políticas, asegurando que la IA se desarrolle de manera segura y beneficiosa para la sociedad.

Estados Unidos en tanto ha adoptado un enfoque equilibrado para regular la IA, buscando promover la innovación al tiempo que protege los derechos de los ciudadanos. A través de una combinación de incentivos para la investigación y el desarrollo, y de la adaptación de las normas existentes a nivel federal y estatal, el país busca fomentar un ecosistema de IA dinámico y seguro. Esta estrategia evita una regulación excesivamente rígida que pueda inhibir la innovación, pero al mismo tiempo garantiza que los desarrollos en IA se realicen de manera responsable y ética.

Por último, la UE ha adoptado un enfoque proactivo y basado en el riesgo para regular la IA. La Ley de IA, de carácter vinculante y alcance extraterritorial, clasifica los sistemas de IA según su nivel de riesgo, imponiendo requisitos más estrictos a aquellos que puedan causar daños significativos. Este enfoque, basado en el principio precautorio, busca prevenir riesgos antes de que ocurran y garantizar que la IA se desarrolle de manera segura y ética. La trayectoria en otras materias digitales o científicas como protección de datos permite que la UE cuente con una institucionalidad multilateral sólida y competente en la materia, capaz de dar seguimiento a los compromisos de la ley y articular actores para el cumplimiento de los objetivos regulatorios.

Como se presenta a continuación, el marco normativo europeo es la principal influencia para las democracias de América Latina y el Caribe. Salvo por El Salvador que se inspira en el modelo norteamericano, el resto de los países se inclinan por algún grado de similitud con la UE.

Principales hallazgos del análisis de proyectos y leyes en Latinoamérica y el Caribe

La proliferación de propuestas legislativas sobre IA en diversos países evidencia un creciente interés en regular esta tecnología. Sin embargo, esta diversidad de iniciativas, impulsadas por distintos actores, ha generado una falta de coordinación que se traduce en

una multiplicidad de proyectos (38), a menudo solapados y con bases técnicas dispares.

Si bien algunos proyectos demuestran un profundo análisis previo, otros carecen de una fundamentación sólida y presentan divergencias en cuanto a definiciones y enfoques clave. A pesar de este panorama fragmentado, se estima que solo aquellas propuestas más alineadas con las tendencias internacionales y con mayor respaldo político lograrán avanzar en los respectivos procesos legislativos.

La proliferación de iniciativas legislativas en materia de IA ha generado una serie de desafíos. Uno de ellos es la tendencia a confundir la regulación específica de la IA con otras áreas del derecho, como la protección de datos y la propiedad intelectual. Esta confusión puede llevar a una superposición de funciones entre diferentes organismos y a una falta de claridad en cuanto a las competencias y procedimientos.

Además, la creación de nuevas instituciones regulatorias requiere una cuidadosa evaluación de su necesidad y de los recursos necesarios para su funcionamiento: es preciso considerar la necesidad de capacitar a los funcionarios y de aprovechar las estructuras existentes en la medida de lo posible. Es fundamental garantizar que estas nuevas entidades trabajen en coordinación con los organismos existentes y que sus funciones estén claramente definidas.

En este sentido, se aprecia la ausencia de un análisis estratégico a la hora de legislar. Regular la IA es un desafío complejo que requiere un enfoque multidimensional. Si bien los principios éticos y los riesgos asociados a esta tecnología son temas centrales en el debate global, es fundamental considerar también las implicaciones políticas, económicas y sociales de las diferentes opciones regulatorias. Afortunadamente en varios países los proyectos de ley se enmarcan dentro de un plan definido en políticas nacionales de IA. Es precisamente en dichos casos que los proyectos cuentan con mejor sustento y se observa que los legisladores han revisado experiencias internacionales y buenas prácticas globales.

Los países de América Latina y el Caribe deben evitar una simple adopción de los modelos regulatorios de otras regiones, como la Unión Europea. En lugar de ello, deben desarrollar marcos normativos propios que se ajusten a sus necesidades y prioridades. Esto implica un análisis profundo de las experiencias internacionales, así como una reflexión sobre el papel que la IA puede desempeñar en el desarrollo de cada país. Esta óptica no es frecuente ni extendida al revisar los proyectos en discusión, y debiese ser fuente de preocupación. La madurez institucional para el trabajo multiactor que redunde en establecer indicadores o benchmarks que tiene la UE, es un elemento clave para su aproximación, y está en prácticamente todos los países de la región. Entonces, al proponer ese marco de trabajo sin contar con el andamiaje institucional, las iniciativas legislativas generan una trampa de expectativas que probablemente termine siendo letra muerta.

Es por ello que resulta fundamental entender no solo el panorama de discusión, sino que también el contexto específico de la región para aproximarse a la tecnología. Eludir el establecimiento de marcos normativos "colonialistas" va más allá de posiciones de activismo político y tiene repercusiones concretas en la economía real y la posibilidad de desarrollo de los países.

En este sentido, se debe atender a las consecuencias históricas del establecimiento de límites a procesos de innovación. Con lo que se expone a continuación no se pretende inhibir la construcción de marcos normativos robustos, sino complementar con una reflexión que no se encuentra presente en la revisión de los proyectos en discusión. Es menester comprender que la puesta en vigencia de regulación sobre sistemas de IA tendrá consecuencias en forma de externalidades que pueden ser atendidas si se evalúan oportunamente.

Ante la ausencia de una gobernanza global unificada para la IA, los países se ven obligados a adoptar modelos regulatorios existentes. Sin embargo, incluso al seguir fielmente un modelo como el de la UE, surgirán inevitablemente disyunciones normativas con otras jurisdicciones, generando costos de fragmentación. Parece inevitable que de este sistema fragmentado se consolide un sistema de carácter litigioso.

La naturaleza evolutiva de cualquier sistema normativo implica que sus límites y alcances se precisan a través de la jurisprudencia. En última instancia, la calificación de un sistema como de 'alto riesgo' o el incumplimiento de requisitos específicos será objeto de decisiones administrativas o judiciales. La complejidad creciente de los sistemas y las prácticas agresivas de las grandes empresas están generando un mercado cada vez más polarizado. La proliferación de litigios encarece significativamente la operación, beneficiando a los actores más grandes y perjudicando a los más pequeños.

Adicionalmente, establecer límites restringe las posibilidades locales de acercarse a la frontera de I+D. Mayor regulación interna estrecha el margen de espacio para I+D en los países de la región y la importación de desarrollos que pueden servir a las necesidades de un país. La pregunta relevante no es respecto de la necesidad o no de regular, sino que el momento en el cual se establece esa regulación en este contexto de América Latina y el Caribe ¿Es mejor establecer un marco regulatorio sólido para la IA desde el principio, o permitir un desarrollo más libre y adaptarnos a medida que surjan los problemas?

Habiendo analizado el ecosistema de gobernanza expuesto en este Índice, resulta patente que los países de LAC no tienen capacidades ni presupuesto para crear una institucionalidad equivalente a la de la Unión Europea para velar por el cumplimiento eficaz y claro de la ley, ni injerencia para incidir en las futuras normas complementarias o modificatorias.

Sin embargo, el establecimiento de normativa temprana también conlleva beneficios, más allá de los evidentes y enunciados en los proyectos analizados. El primero es que los países en vías de desarrollo incorporan determinadas regulaciones a cambio de beneficios que les permiten abrir sus economías a mercados globales, como rebajas arancelarias, entre otros.

Pero eso no está ocurriendo en el escenario actual. La mayoría de los países están adoptando el sistema de riesgos de la UE, internalizando los costos de importar la regulación legal de una economía líder, solo que esta vez de manera unilateral o sin un beneficio diplomático o comercial concreto a cambio.

Es relevante tener presente que grandes compañías, con el potencial de generar los mayores daños, deberán acatar obligatoriamente con las normas de la UE, voluntariamente con las directrices de EE.UU. y cada vez más con las normas técnicas internacionales. Además, los requisitos establecidos por la UE deben cumplirse de forma extraterritorial por todos los proveedores que comercialicen o pongan en servicio sistemas de IA o comercialicen modelos de IA de uso general en la UE, con independencia de su ubicación.

Al cumplir con estos marcos normativos, los proveedores de sistemas de IA ya cumplen con un estándar de principios y gestión de riesgos. Esto implica que los países de LAC pueden beneficiarse en tomar por cumplidas ciertas acciones por parte de los proveedores más relevantes, sin necesidad de tener que establecerlas como ley interna. Considerando lo anterior, debe estudiarse a conciencia el beneficio de establecer marcos legales iguales o similares dentro de los países de LAC. En especial, cuál sería el delta adicional en materia de seguridad considerando los puntos anteriores, y si este vale la pena en comparación con los costos y dificultades de implementar este sistema.

Elementos sugeridos para considerar en la discusión regulatoria.

DEFINIR ENFOQUES ALINEADOS CON ESTRATEGIAS DE DESARROLLO

Los países de LAC deben continuar con el desarrollo de estrategias o políticas nacionales de IA, -insertas a su vez en una estrategia de desarrollo más amplia-, y tomar una decisión respecto al qué y cómo regular que se alinee a ellas.

No deberíamos ser ni demasiado pesimistas ni demasiado optimistas. No esperamos un desempleo masivo ni una aceleración automática del crecimiento. En los próximos años, la IA no reemplazará a los humanos, ni será la solución a todos los desafíos de nuestro tiempo. No debemos sobrestimar el impacto en el muy corto plazo, ni subestimar a largo plazo.

Los países de LAC deberían priorizar desafíos propios como mejorar la productividad, la equidad, la educación. Por ello, si bien se verá influenciada por tendencias globales y estándares, la región debiese buscar su propio camino de gobernanza de la IA.

DETERMINAR PRIORIDADES

Cada país tiene sus prioridades respecto a valores, bienes sociales o derechos individuales prioritarios. Se puede optar por priorizar la tramitación de normativas que se hagan cargo de dichas definiciones más urgentes.

Muchos países han optado por establecer nuevos tipos penales para casos de infracciones graves a los bienes jurídicos que se consideran más relevantes. Así, hay proyectos de ley en la región para sancionar el mal uso de la IA en delitos de fraude, usurpación de identidad, nuevos tipos penales por violación a la intimidad sexual mediante IA, y también para establecer su mal uso como agravante en la comisión de otros delitos.

Otra posibilidad es establecer casos excepcionales y bien delimitados de riesgo inaceptable si se considera la perspectiva europea. El carácter restringido y absoluto de esta categoría hace mucho más simple y costo-efectiva la medida que las obligaciones de cumplimiento más generales establecidas para los sistemas de alto riesgo.

Salvando diferencias, este punto se puede tomar como referencia la fórmula seguida por China, en el sentido de que solo una vez definida su estrategia, se centró en promulgar leyes específicas para regular la prohibición o control desde el Estado de los elementos que considera más relevantes.

REVISAR SISTEMA ACTUAL

Otra recomendación es revisar la normativa vigente y priorizar modificaciones que procedan en las leyes ya existentes para abordar de mejor manera los desafíos de la IA. Deben revisarse normas tanto sustantivas como de procedimientos que permitan velar por una tutela de derechos fundamentales y una reparación eficaz de daños que puedan ocasionarse por tecnologías que usan sistemas de IA.

En línea con el sistema de EE.UU., es catastrar los órganos regulatorios de cada país, con sus funciones y atribuciones, para ver si actualmente ya cuentan con facultades para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con IA o si han surgido materias que hayan estimado se encuentran fuera de su ámbito de competencia.

Junto con lo anterior, se recomienda realizar un estudio de casos de nuevos desafíos relacionados con IA, revisando con dichos organismos y/o la contraloría nacional u otro organismo atingente si los organismos vigentes tienen ya facultades para abordarlos.

Recomendamos a los países trabajar con organismos internacionales que ofrezcan apoyo en la revisión de los ordenamientos jurídicos de cada país. Destacamos el trabajo que realiza la UNESCO mediante su metodología de evaluación del estadio de preparación de la UNESCO, mencionada previamente.

ARMONIZACIÓN

Como se ha señalado en los capítulos anteriores, existen consensos globales en cuanto a principios básicos que deben regir la gobernanza de la IA y también sobre la necesidad de armonización. En esta línea, se recomienda preferir la incorporación de aquellos elementos en que existe consenso internacional.

Así, una vez definida la decisión de legislar sobre determinada materia, recomendamos seguir definiciones y categorías establecidas por organismos internacionales en instrumentos con amplia adhesión, por sobre definiciones propias que generen mayor fragmentación.

APROVECHAR INSTANCIAS DE OBSERVACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

Junto con el qué y el cómo regular, cabe determinar cuándo es la oportunidad más idónea para avanzar en una determinada legislación sobre IA en los países de LAC. Observar la discusión internacional, y en especial la implementación de leyes en otros países, es una buena forma para analizarlo. Para ello, recomendamos en primer lugar impulsar la operatividad técnica de espacios multilaterales, como el Grupo de Trabajo aprobado en la declaración de Santiago, con apoyo de la CAF y UNESCO.

Revisar continuamente la información que publicarán los nuevos organismos creados por la ley de IA de la UE y la Comisión Europea, respecto a la implementación y cumplimiento de dicha ley. Será especialmente relevante analizar los temas que vayan surgiendo a medida que se cumpla el cronograma de aplicación.

Sugerimos realizar un catastro de todas las medidas de cooperación internacional que existen actualmente y una estrategia para aprovechar estas oportunidades en los países de la región. En particular, revisar el trabajo de la CAF, el BID, UNESCO y la OCDE.

En particular, estudiar esta alternativa con UNESCO y la OCDE, respecto a sus recomendaciones de política pública, como por ejemplo, realizando desde UNESCO estudios de impacto ético y mecanismos de supervisión. Esto permitiría a los países de la región contar con una misma fuente de información y evitar duplicidades de esfuerzos, trabajando en conjunto con organismos internacionales en definiciones y conclusiones y maximizando su uso.

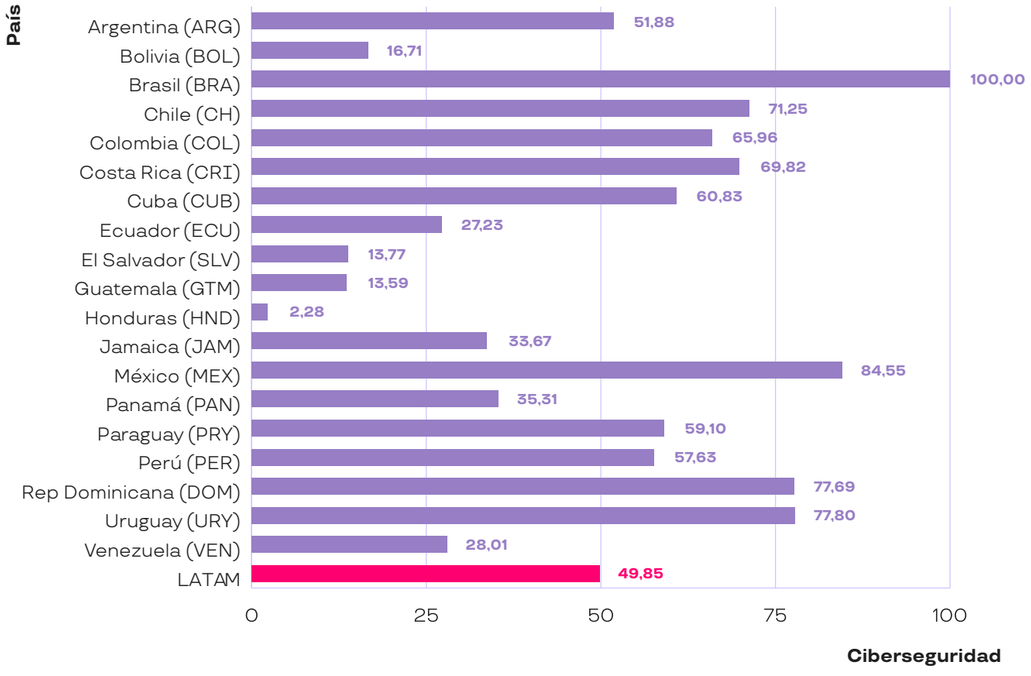
E.5.2 Ciberseguridad

El aumento de la conectividad y servicios digitales, empujado por la transformación digital y acelerado por la pandemia, ha reforzado la importancia de contar con marcos robustos en materia de ciberseguridad. Por la naturaleza de la tecnología digital de la IA, la gobernanza en esta materia es trascendental e incide en fenómenos disímiles, desde la confianza pública en la tecnología hasta la posibilidad de que las compañías privadas y los estados implementen y adopten soluciones basadas en IA.

Dado lo anterior, a partir de esta edición de ILIA se incorpora el indicador de **Ciberseguridad**, cuyo único subindicador es el **Índice de Ciberseguridad**, el cual busca exhibir el nivel de madurez de los países en la materia a partir de datos públicos de la ITU, que publica el índice global de ciberseguridad. Esta medición evalúa el nivel de compromisos de ciberseguridad asumidos por cada país, reflejado en medidas legales, técnicas, organizacionales, de desarrollo de las capacidades y cooperativas.

El indicador de **Ciberseguridad tiene un peso de 30% del total de la subdimensión** de Regulación.

Gráfico 4: Puntaje Índice de Ciberseguridad



Fuente: ILIA 2024 / Datos: ITU

El Gráfico 4 evidencia una alta variabilidad en los puntajes, reflejando la alta heterogeneidad en la materia a nivel regional. El puntaje promedio de la región es de 49.85, con un máximo para **Brasil, que obtiene 100 puntos**. Le sigue **México, con una puntuación relativa excepcional de 84,55 puntos**. Nuevamente, la incorporación de estos dos países en cadenas de valor manufactureras globales parece incidir en la relevancia que tiene para la formulación de políticas públicas, esta vez en el ámbito de ciberseguridad.

E.5.3 Ética y sustentabilidad

a) Protección de datos y privacidad
b) Seguridad, precisión y confiabilidad
c) Sustentabilidad

Tal como se expuso en el apartado analítico, parte importante de la regulación apunta al establecimiento de marcos normativos que garanticen un acceso justo a una IA ética. Este interés global se manifiesta también en espacios multilaterales locales y globales, como la Cumbre de Santiago por la Ética de la IA, la recomendación ética de la Unesco o los principios de la OCDE.

Al mismo tiempo, un elemento que no ha atraído atención suficiente y que resulta indispensable sensibilizar es el consumo energético de la infraestructura informática de cómputo que sostiene la tecnología. Conceptos como "la nube" y la inmaterialidad de los modelos de software tienden a desvanecer el hecho de que todo los procesos de entrenamiento e inferencia se computan en centros de datos que existen físicamente, y que son intensivos en consumo de energía eléctrica y agua.

El vertiginoso avance de la IA ha estado acompañado de una demanda sin precedentes por componentes concretos como las GPU´s, las cuales son aún más consumidoras de electricidad que las unidades de cómputo tradicionales (CPU). Si bien la industria está haciendo esfuerzos significativos por optimizar el consumo energético, tanto a nivel de componentes como de estructura y arquitectura de los centros de datos, lo cierto es que el aumento de la demanda es de tal envergadura, que la energía demandada crecerá a velocidades sin precedentes para la industria.

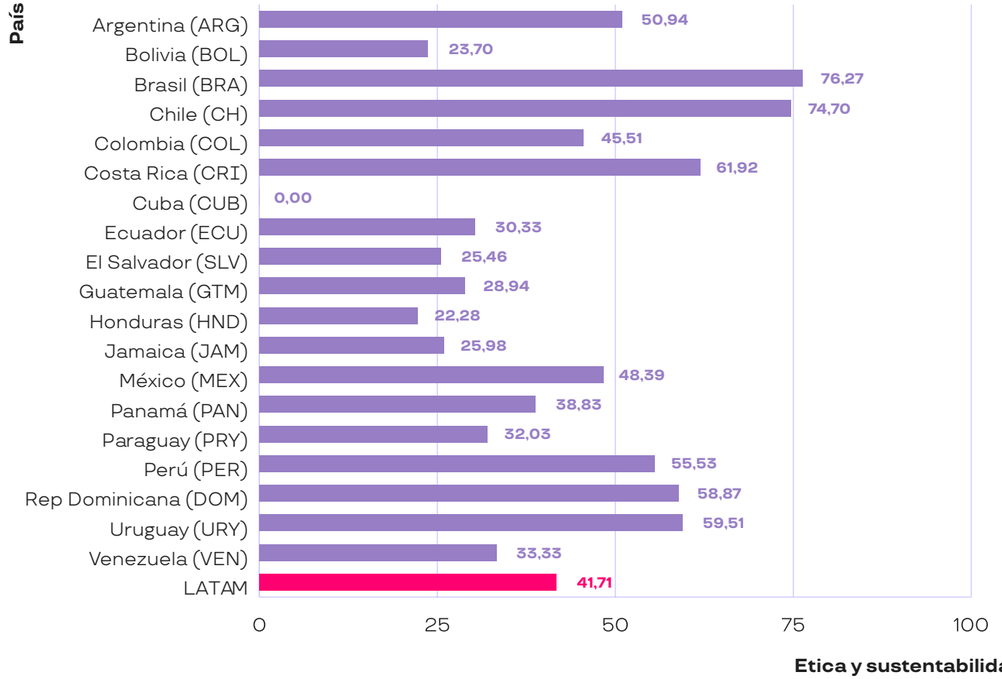
El indicador de **Ética y Sustentabilidad** evalúa a los países en ambos aspectos y se compone de **tres nuevos subindicadores:**

Los dos primeros provienen del **Global Index for Responsible AI**, medición única basada en los derechos humanos, que exhibe los datos, tendencias, puntuaciones y clasificaciones de 138 países de todo el mundo y abordan el fenómeno de la ética. El tercero, en tanto, proviene del **Network Readiness Index,** particularmente del indicador de ese documento referente a la accesibilidad a energía limpia, para exhibir la capacidad del país de abastecer una IA sustentable.

Cabe mencionar que el indicador de **Ética y Sustentabilidad tiene una ponderación del 50%** dentro de la subdimensión de Regulación.

En el Gráfico 5 se observa que **Brasil y Chile lideran el indicador, con 76,27 y 74,7 puntos** respectivamente, mientras que el promedio regional es de 41,71. Brasil destaca por la solidez relativa en el subindicador de seguridad, confiabilidad y precisión, mientras que Chile muestra cifras estables sobre el promedio regional en los tres subindicadores. Los países con menores niveles de desarrollo en el resto de los indicadores de las dimensiones anteriores, en tanto, reflejan una posición más atrasada frente a la media, lo que probablemente tenga un grado de correlación relevante con ecosistemas carentes de factores habilitantes o inmaduros en términos de investigación y desarrollo. En ese sentido, probablemente no cuenten con capacidades de ofrecer estándares robustos en seguridad o privacidad.

Gráfico 5: Puntaje del indicador Ética y Sustentabilidad



Fuente: ILIA 2024

a) Protección de datos y privacidad

El Índice Global de Responsabilidad de la IA (GIRAI) es el resultado de una serie de consultas con un amplio abanico de partes interesadas de todo el mundo, especialmente de África, Asia, América Latina y el Caribe. Durante estas consultas, se invitó a los participantes a comprometerse con el alcance y la estructura del GIRAI, que no solo incluía la base conceptual y la justificación del índice, sino también las áreas de medición, incluidos los tres pilares, las tres dimensiones y las áreas temáticas.

De esa manera, se invitó a los participantes a comentar las áreas de medición sugeridas y su interpretación, así como los enfoques para la recopilación de datos, el análisis y la elaboración de informes. Se prestó especial atención a la relevancia de cada área temática en los distintos países, así como a la priorización local de los distintos grupos de derechos humanos y a la posible disponibilidad de datos en el país.

El GIRAI se compone de tres dimensiones arraigadas en los derechos humanos y los principios democráticos, estas son:

· **Gobernanza responsable de la IA**, que mide el grado en que los regímenes de gobernanza de los países mantienen prácticas eficaces y respetuosas de los derechos en materia de IA responsable.

· **Derechos humanos e IA,** que evalúa el grado en que los países están tomando medidas para proteger, promover y respetar los derechos humanos clave implicados en la IA.

· **Capacidades responsables de IA**, que analiza hasta qué punto existen, se cumplen y se promueven las capacidades estatales clave necesarias para avanzar en la IA responsable.

Una de las virtudes de este instrumento es la visión holística que propone para evaluar la madurez de los países en cada dimensión, al incorporar y medir los marcos conceptuales gubernamentales o estatales, las acciones concretas gubernamentales o estatales, y el rol que cumplen actores no gubernamentales. Esta evaluación independiente de los tres elementos (pilares en la taxonomía de GIRAI) permite entender con mayor profundidad los ecosistemas y evidenciar espacios de mejora con más claridad.

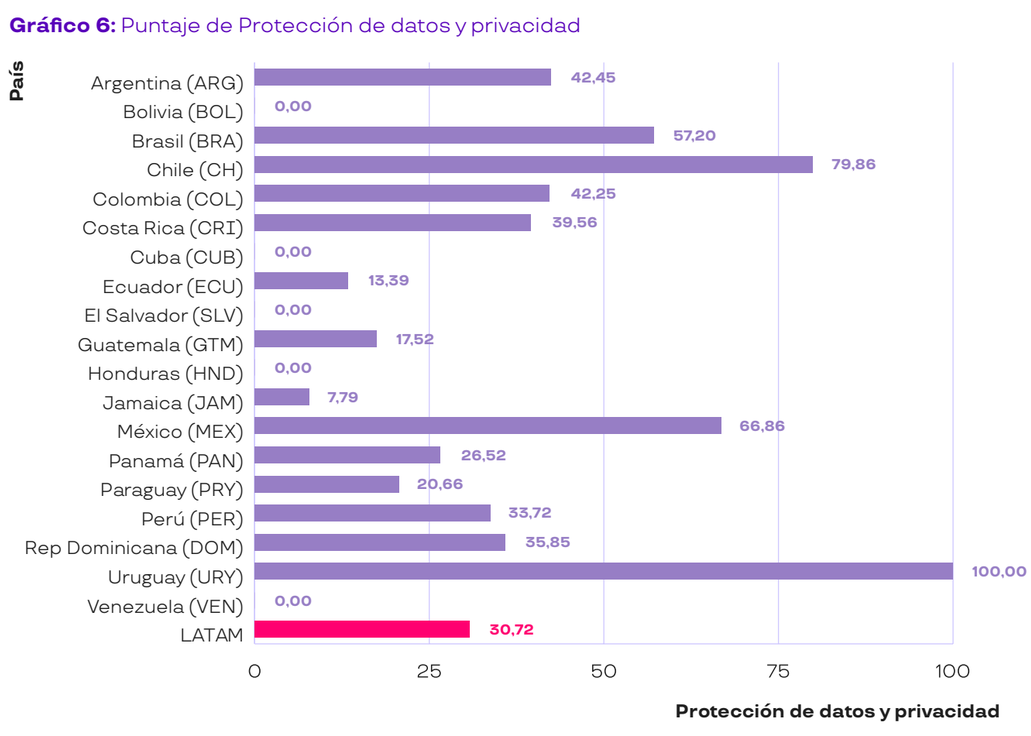
Para la construcción del subindicador de Protección de datos y privacidad se utilizó el puntaje del índice perteneciente al área temática homónima de la segunda dimensión de DD.HH. e IA, mientras que para el subindicador de **Seguridad, precisión y confiabilidad** se usó la cifra referente al área temática homónima de la primera dimensión de gobernanza responsable.

Este subindicador se seleccionó, dado que los marcos normativos internacionales sobre IA han destacado la importancia de la relación entre el derecho a la privacidad y la protección de datos. Los principios de IA de la OCDE exigen que todos los actores garanticen medidas de protección de datos, y la recomendación de la UNESCO conmina el tratamiento lícito de los datos personales. Además, las definiciones de la UNESCO sobre protección de datos personales y privacidad establecen una lista de 10 principios sobre esta cuestión. De este modo, las leyes de protección de datos se han erigido en piedra angular fundamental de la IA responsable.

A pesar de lo anterior, el estado del arte de las soluciones de IA a menudo se basa en el procesamiento de información personal sensible, lo que aumenta el potencial de violación de los derechos de privacidad. Desde los motores de recomendación hasta los asistentes telefónicos, todos recogen y analizan grandes conjuntos de datos durante el entrenamiento y también en tiempo real. Las consideraciones en torno a la protección de datos en relación con la IA incluyen garantizar que la canalización de los personales funcione de forma legal, instalar medidas de seguridad para salvaguardarlos, y supervisar y auditar su uso para, así, garantizar usos legítimos y legales, y proporcionar a los usuarios información transparente y clara.

Como se exhibe en el Gráfico 6, Uruguay lidera a nivel regional y también mundial, con 100 puntos en el ILIA y casi 85 en el GIRAI. Chile tiene un desempeño adecuado también, con casi 80 puntos en el ILIA y un estándar similar al de los países OCDE en GIRAI. Brasil y México muestran un desempeño significativamente sobre el promedio, pero revelan la ausencia de un ecosistema armónico y robusto como el que se aprecia en Uruguay o Chile. La diferencia en el desempeño pareciera tener relación con la madurez de los organismos no gubernamentales dedicados a temas de datos personales en Uruguay y Chile, frente a los otros países. El resto de los países de la región están en torno al promedio regional, equivalente a 30 puntos en GIRAI.

Gráfico 6: Puntaje de Protección de datos y privacidad



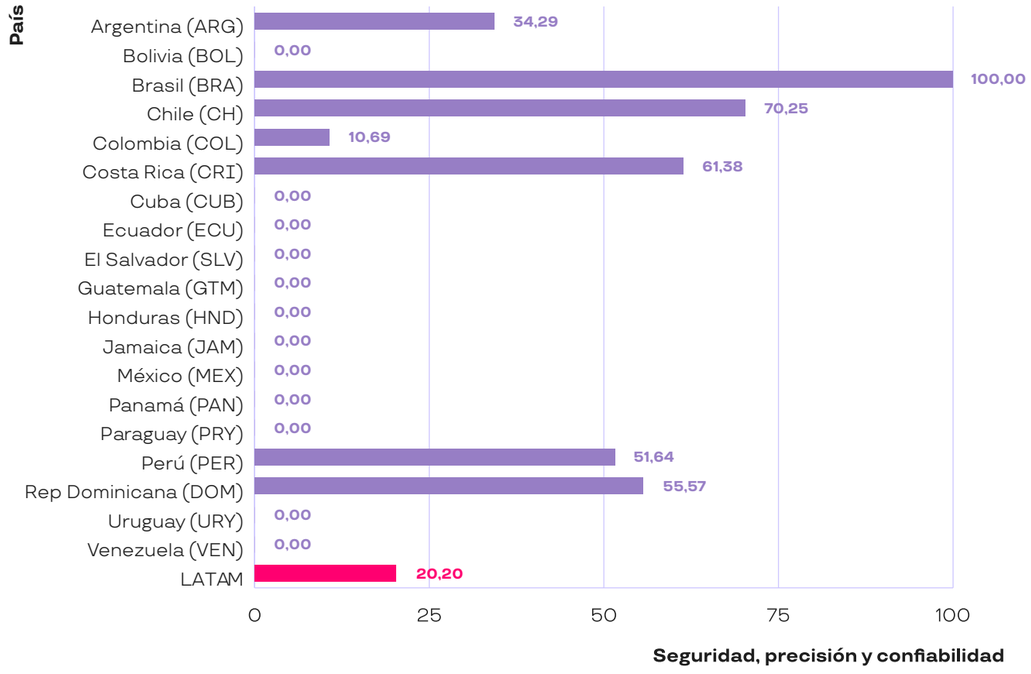
Fuente: ILIA 2024 / Datos: GIRAI

b) Seguridad, precisión y confiabilidad

La aparición de tecnologías basadas en la IA en diversas facetas de la vida plantea nuevos interrogantes sobre la seguridad de estas herramientas y sobre si se puede confiar en las decisiones y resultados de estas máquinas. Los movimientos mundiales han impulsado iniciativas para mejorar la seguridad de la IA, principalmente haciendo hincapié en la importancia de restringir las normas en lo que respecta a la precisión y fiabilidad de los sistemas de IA como forma de mitigar los daños y reducir los riesgos para las personas, las comunidades y las sociedades que buscan aprovechar el poder de la IA.

En el subindicador de **Seguridad, precisión y confiabilidad**, se miden los pasos que han dado los países para mejorar la seguridad de la IA mediante la integración de los principios de precisión y fiabilidad en el diseño, desarrollo, uso y despliegue de las tecnologías

Gráfico 7: Puntaje del subindicador Seguridad, precisión y confiabilidad



Fuente: ILIA 2024 / Datos: GIRAI

Como se demuestra en el Gráfico 7, el subindicador está encabezado por **Brasil, con 100 puntos en ILIA equivalentes a 46,29 en GIRAI.** Chile y Costa Rica, por su parte, tienen un desempeño relativamente similar, con más de 40 puntos por encima del promedio regional (20,2) y puntajes de 70,25 y 61,38 puntos, respectivamente.

Fuera de lo anterior, se puede apreciar que en esta materia, la región está más atrasada que en términos de datos y privacidad, tanto por la novedad de la tecnología como por probable dificultad de reportar o transparentar procesos que probablemente estén avanzando en los espacios académicos de los países.

c) Sustentabilidad

El Network Readiness Index (NRI) destaca como una métrica fundamental para evaluar las tendencias digitales y comprender la evolución de la confianza en línea esta era interconectada. El NRI pretende identificary analizar las principales tendencias, determinar las fuerzas motrices de la evolución de los medios de comunicación, la información y las tecnologías de la comunicación y sus implicaciones sociales, y ofrecer recomendaciones prácticas para la elaboración de políticas.

El subindicador de **Sustentabilidad** se construye a partir de los datos de NRI, específicamente del subindicador "Energía limpia y accesible", el que aborda la situación de los países para abastecer una IA que tienda a minimizar o eliminar su huella de carbono. Esto, a través del consumo para el funcionamiento de centros de datos, o bien, por el consumo generado en el usuario final en algún dispositivo, sea empresa, estado o ciudadanía.

Como se ve en el Gráfico 8, hay desempeño muy equilibrado entre los países de la región en esta materia, con un promedio de 74,22 puntos. **Destaca el caso de Venezuela, con 100 puntos en el ILIA**, empujado por **subsidios relevantes a la tarifa eléctrica** desde el sector público al momento de la medición. Colombia, Costa Rica y Panamá, en tanto, exhiben puntajes robustos también. Asimismo, los países intensivos en el uso de ERNC como Chile se ubican más cerca del promedio.

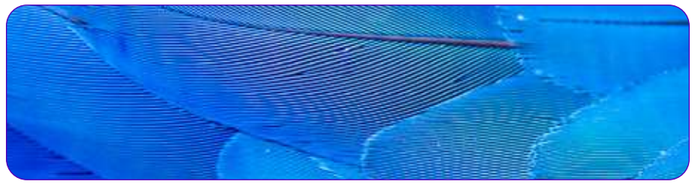
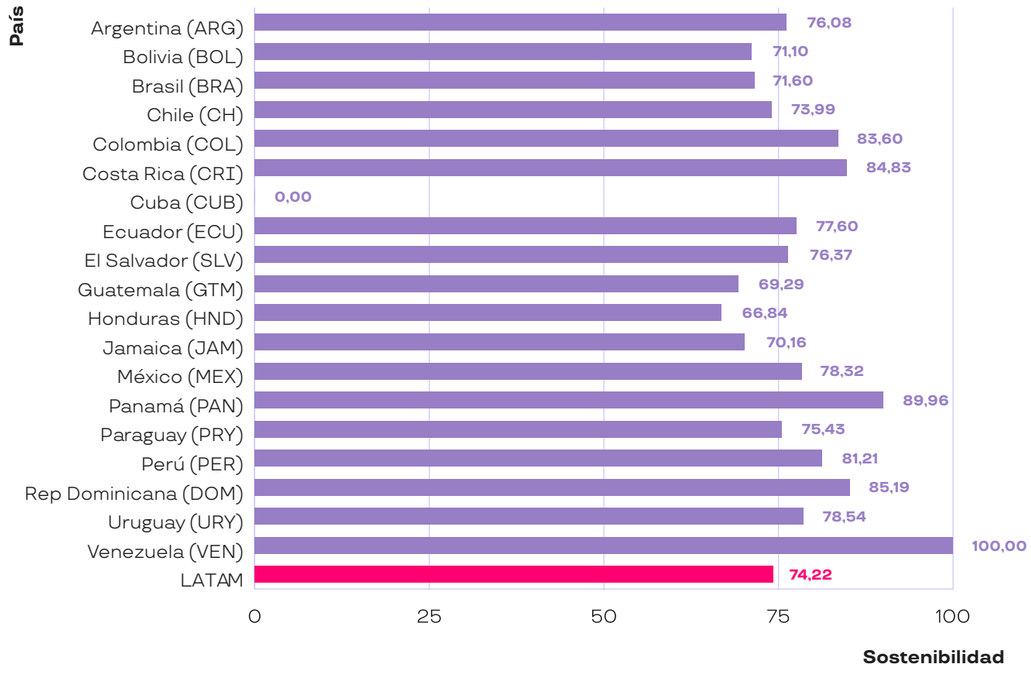


Gráfico 8: Sustentabilidad

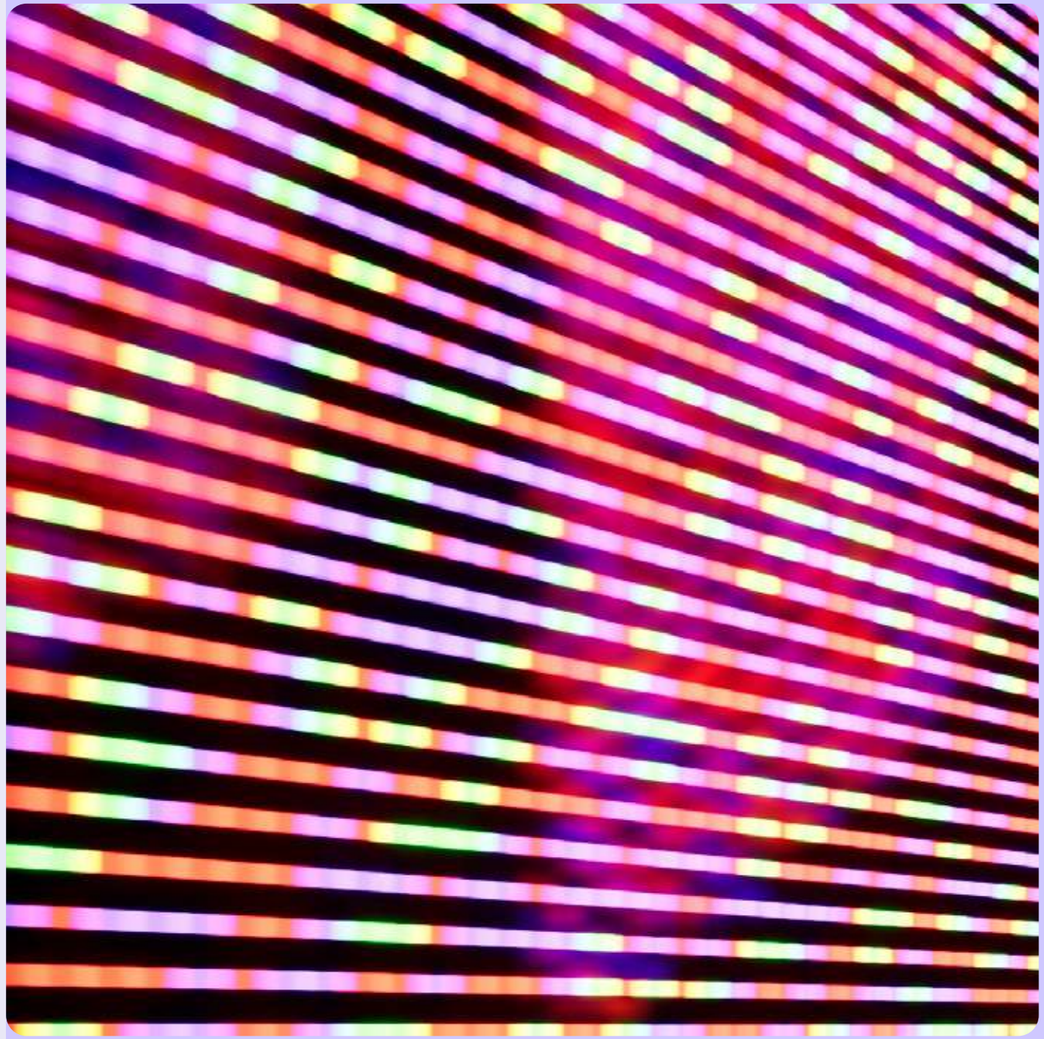


Fuente: ILIA 2024 / Datos: Network Readiness Index 2023

Como se mencionó anteriormente, resulta importante promover la reflexión en torno al impacto medioambiental de los modelos, particularmente su consumo energético. Existe la certeza de que la demanda por esta tecnología continuará creciendo en el mediano plazo, por lo que aprovechar las ventajas locales de América Latina y el Caribe para promover el uso de energías limpias la industria de cómputo y almacenamiento de data, por ejemplo, podría ser un camino razonable para aumentar la competitividad y sofisticación de las economías.

CAPÍTULO_F

APÉNDICE METODOLÓGICO



Este apéndice ofrece una explicación detallada de la metodología empleada para la elaboración de cada subindicador del ILIA 2024, abarcando desde el proceso de medición hasta los criterios rigurosos para la selección de la información. Además, describe las técnicas utilizadas para la agregación de datos, los métodos de imputación de valores faltantes, la ponderación de los diferentes indicadores y el análisis integral realizado para asegurar la coherencia y la validez de los resultados.

La **primera sección** describe la **estrategia de recolección de datos,** destacando los enfoques y herramientas utilizados para garantizar la cobertura y calidad de la información recopilada. Se incluye también un **hipervínculo** que permite a los usuarios acceder directamente a los **puntajes detallados** de los indicadores para cada país, facilitando una comprensión más profunda de los datos subyacentes.

Posteriormente, se detallan los **subindicadores y la metodología específica empleada para su construcción,** fundamentada en fuentes abiertas y accesibles públicamente. En esta parte, se explican las técnicas de procesamiento y ajuste de datos, así como los criterios utilizados para la validación y verificación de la información. Se abordan también los desafíos y limitaciones enfrentados durante la construcción del ILIA 2024, como la disponibilidad desigual de datos, las variaciones en la calidad de las fuentes y los obstáculos metodológicos que surgieron a lo largo del proceso.

Finalmente, se proporciona una **descripción exhaustiva de la construcción de aquellos indicadores y subindicadores** que no derivan de fuentes públicas ni comparables, destacando los métodos alternativos y adaptaciones realizadas. Esto incluye la integración de datos provenientes de fuentes e informantes primarios, detallando cómo se gestionó la recolección y el tratamiento de esta información para garantizar la robustez y fiabilidad de los resultados obtenidos en el ILIA 2024.

Para revisar los indicadores detallados de cada uno de los países, **acceder a este link.**

F.1 Estrategia de recolección de datos

La estrategia de recolección de datos se basó, principalmente, en el uso de información pública disponible para los 19 países estudiados. La procedencia de cada subindicador está detalladamente documentada en la Tabla 1, donde estos se clasifican según la dimensión específica que complementan. A lo largo del proceso de recolección, se mantuvo un enfoque que permitiera **asegurar la comparabilidad de los datos entre los diferentes países,** lo cual fue fundamental para la validez del estudio. En consecuencia, en aquellos casos en los que la información pública solo estaba disponible para un número limitado de ellos, se optó por no utilizar estos datos. De manera similar, cuando algunos países disponían de datos más actualizados o de mejor calidad que los reportados a organismos internacionales, se prefirieron estos últimos para garantizar una base de comparación uniforme y fiable.

Cada dimensión del índice se estructura en su nivel más detallado por medio de subindicadores, los cuales se dividen en dos categorías principales: cuantitativos y cualitativos. Estos dos tipos de subindicadores fueron tratados de manera diferenciada durante el proceso de recolección. Por un lado los subindicadores cualitativos fueron organizados y estructurados en categorías específicas, las cuales se describen en la Tabla 1, proporcionando un marco claro y consistente para su análisis. Y por otro, los subindicadores cuantitativos fueron recolectados en su forma original sin someterse a procesamiento adicional, lo que permitió mantener la integridad de los datos tal como fueron reportados. Luego de esto, se aplicaron procesos de normalización y ponderación, explicados más adelante en este apéndice.

F.2 Método de imputación de datos

El objetivo de la imputación de datos faltantes es estimar los valores ausentes para lograr modelos que incluyan todas las observaciones, es decir, todos los países en el análisis. Es crucial destacar que los valores faltantes no deben interpretarse como ceros; estos representan la falta de disponibilidad de la información correspondiente al indicador en cuestión.

Se utilizaron dos metodologías para la imputación de datos en ILIA 2024.

Metodología de imputación múltiple por ecuaciones encadenadas (MICE): Es un enfoque avanzado para la imputación de datos faltantes en el que se utilizan múltiples ecuaciones de regresión aplicadas de forma iterativa. Este método estima los valores faltantes utilizando las variables disponibles en el conjunto de datos como predictores en un modelo de regresión, adaptado a la naturaleza de cada variable.

Metodología del "vecino más cercano": Este método se aplicó en situaciones donde la cantidad de datos disponibles no permitía la generación de datos a través de la metodología MICE.. Para identificar el vecino más cercano, se seleccionó el país cuya diferencia de PIB per cápita fuera la menor en comparación con el país con datos faltantes, considerando tanto los países con un PIB per cápita superior como inferior. Esta estrategia implica reemplazar el valor faltante con el dato correspondiente del país que tenga el PIB per cápita más similary cuente con datos disponibles para ese subindicador.

Para la imputación de datos del ILIA, se seleccionaron variables específicas para la imputación dependiendo de la dimensión en la que se necesitaba restaurar los datos. Esta selección estratégica aseguró que las imputaciones fueran adecuadas al contexto analítico particular de cada dimensión investigada.

La cantidad de iteraciones para la imputación se estableció con el objetivo de alcanzar la convergencia, evaluada mediante la estabilidad de las estimaciones a través de las iteraciones.

Figura 1: Implementación de la imputación MICE en Python con la librería statsmodels

```
# Importar la libreria necesaria para MICE
from statsmodels.imputation.mice import MICEData

def perform_mice_imputation(df, columns, n_imputations=5):

    # Realizar imputacion MICE en columnas seleccionadas de una tabla en formato DataFrame
    de la libreria Pandas.

    # Inicializar los datos de MICE solo en las columnas especificadas
    imp = MICEData(df[columns])

     # Realizar multiples imputaciones
    for i in range(n_imputations):
     imp.update_all()

    # Retornar una copia de los datos imputados
    imputed_data = imp.data.copy()
    return imputed_data
```

El código proporcionado en la **Figura 1** implementa la técnica de imputación múltiple por ecuaciones encadenadas (MICE) en Python, utilizando la librería ***statsmodels.*** La función ***perform_mice_imputation*** toma como argumentos un DataFrame de la librería **pandas** de Python, una lista de columnas en las que se deseen imputar datos y el número de iteraciones de imputación. Comienza importando el módulo necesario de statsmodels, seguido de la inicialización del objeto MICEData con las columnas específicas del DataFrame. La función ejecuta múltiples imputaciones, actualizando todos los campos en cada iteración para proporcionar estimaciones robustas de los valores faltantes. Finalmente, retorna una copia del DataFrame con los valores imputados, asegurando que los datos originales permanezcan sin cambios. Este método es especialmente útil para lidiar con datos incompletos en análisis estadísticos complejos, mejorando la integridad y utilidad de los conjuntos de datos.

En la Tabla 1, se puede observar la columna **Imputación de datos faltantes**, donde se muestra cuáles subdicadores y países pasaron por el proceso de imputación de datos y con qué metodología.

Tabla 1: Metodología de Datos ILIA 2024

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Conectividad	% Población que usa internet	Proporción de individuos que utilizaron Internet -de red fija o móvil- desde cualquier lugar en los últimos tres meses. El objetivo es medir cuán activamente usa internet cada país.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2020: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY 2017: VEN	Sin imputación	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Infraestructura	Conectividad	Promedio de velocidad de descarga móvil (Mbps)	Se expresa Mbps (megabits por segundo) y apunta al promedio de datos que un dispositivo puede descargar en un segundo, es decir, a la velocidad con que un móvil baja datos de internet.	No aplica	Continua	Secundaria	Speedtest: https://www.speedtest.net/global-index	marzo 2023-marzo2024: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	4,010	68,100	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Uruguay)
	Infraestructura	Conectividad	Implementación de 5G	Aborda diversos aspectos del despliegue de la tecnología 5G, incluyendo el número de lanzamientos, prelanzamientos, disponibilidad limitada y capacidad comercial. El "número de lanzamientos" se refiere a la instalación de antenas nuevas o actualizadas para espectro licitado, mientras que los "prelanzamientos" implican la instalación del hardware necesario para el funcionamiento de 5G, aunque aún no disponible para los consumidores finales. La "disponibilidad limitada de 5G" corresponde a anuncios sobre antenas que operan para usos específicos, y la "capacidad comercial" se relaciona con las antenas disponibles para el público en general.	No aplica	Continua	Primaria	Ookla	2024: ARG BRA BOL CH COL ECU GTM MEX PRY PER DOM URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple)	Por millón de habitantes	80,719 3710	64290,663 0802	Efectivo (Perú)	Efectivo (Chile)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Conectividad	Cobertura de redes móviles (%) (mínimo 3G)	Porcentaje de la población que cuenta con cobertura móvil al menos con tecnología 3G y para medir la cantidad de personas que puede acceder a la red desde donde reside. La cobertura de redes móviles es esencial para la implementación efectiva de la IA: facilita el acceso a datos en tiempo real, la interconexión de dispositivos y el desarrollo de aplicaciones móviles (democratiza acceso a la tecnología y a la IA)	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2021: DOM BOL 2022: VEN URY PER PRY PAN MEX JAM HND GTM SLV ECU CUB CRI COL CH BRA ARG	Sin imputación	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Infraestructura	Conectividad	Hogares con acceso a internet (proporción)	Se refiere a la proporción de hogares con acceso a Internet en el hogar. El acceso uede ser a través de una red fija o móvil. Si un miembro del hogar tiene un teléfono móvil con conexión a Internet y lo pone a disposición de todos los miembros, entonces se debe considerar que el hogar tiene acceso a Internet.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2017: VEN 2021: BOL CH DOM GM HND JAM PAN SLV 2022: ARG BRA COL CRI MEX PER PRY URY 2020: CUB 2023: ECU	Sin imputación	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Infraestructura	Conectividad	Suscripciones activas de banda ancha móvil (p/c 100 personas)	Es la suma de suscripciones activas a la banda ancha móvil a través de teléfonos móviles y computadores (USB/dongles) que permiten acceder a Internet.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2021: ARG BOL 2022: BRA CH COL CRI CUB DOM ECU HND JAM MEX PAN PER PRY SLV URY VEN GTM	Sin imputación	No aplica	0	117	Posible	Efectivo (Uruguay)
	Infraestructura	Conectividad	Suscripciones de banda ancha fija (p/c 100 personas)	Indica el número de suscripciones, por cada 100 habitantes, a un servicio de conexión a internet a través de un cable físico, como fibra óptica, cable coaxial o DS, y que ofrece una alta velocidad de transmisión de datos, es decir, iguales o superiores a 256 kbit/s.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2022: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	2,89	33,5	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Uruguay)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Conectividad	Promedio de velocidad de descarga banda ancha fija (Mbps)	Mide el promedio de las velocidades de descarga desde conexiones a internet fijas, se realiza a través de Ookla en su prueba Speedtest.	No aplica	Continua	Secundaria	Speedtest: https://www.speedtest.net/global-index	marzo 2023 - marzo 2024: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	2,92	284,130	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Singapur)
	Infraestructura	Conectividad	Promedio de latencia (ms)	Indica el promedio de tiempo (milisegundos) que tarda en viajar un paquete de datos desde un dispositivo a un servidor y viceversa. Un menor tiempo de latencia implica una conexión más rápida y receptiva y una transmisión de datos tan eficiente, que permite interacciones en tiempo real (juegos en línea), un uso efectivo de aplicaciones como IoT y una coordinación entre sistemas de IA. Además en términos de seguridad, facilita la detección rápida de amenazas, mejorando la autenticación y autorización de acceso a datos personales.	No aplica	Continua	Secundaria	Speedtest: https://www.speedtest.net/global-index	mayo 2024: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	10,5	114,5	Efectivo Singapur)	Efectivo (Cuba)
	Infraestructura	Conectividad	Cesta básica de banda ancha fija (% de INB Percapita)	Se considera ¨cesta básica" a un plan de internet de 256 kbits/s con un límite de datos de 5 GB mensuales y del operador con mayor participación en el mercado del país. El resultado de este subindicador indica el porcentaje del Ingreso Nacional Bruto per cápita de cada país, que representa el precio del plan básico de internet respectivo. Ello, por la diferencia en los niveles de ingresos entre un país y otro.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/	2016: VEN 2020: CUB 2022: ARG BOL BRA CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PER PRY SLV URY	Sin imputación	No aplica	1,64113	12,7559	Efectivo (Costa Rica)	Efectivo (Honduras)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Cómputo	Nube	Está constituida por una enorme red de servidores remotos conectados a internet que proporcionan a sus usuarios servicios de almacenamiento, procesamiento de datos y entrega de aplicaciones de forma virtual. Los datos alojados en la nube pueden ser tratados gracias a potentes servidores que facilitan tareas complejas asociadas a la Inteligencia Artificial. Para medir este subindicador en cada país, se recurrió nuevamente al Global Connectivity Index 2020 -realizado por Huawei- el que le otorga un puntaje a partir de la suma de valoraciones en cuatro ítems: inversión en esta tecnología, migración a ésta, experiencia y potencial.	No aplica	Continua	Secundaria	Huawei: https://www.huawei.com/minisite/gci/en/country-profile-cl.html	marzo 2023 - marzo 2024: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	2,92	284,130	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Singapur)
	Infraestructura	Cómputo	Capacidad de infraestructu-ras de HPC	Mide cuán desarrollada en terminos de capacidad está el High Computing Performance (HPC) en cada uno de los países. Este término se refiere al uso de un conjunto de computadoras o de Unidades Centrales de Procesamiento (CPUs) de alto rendimiento, que trabajan en paralelo para realizar cálculos secuenciales altamente intensivos para resolver problemas complejos y de gran escala en áreas como la ciencia, la ingeniería y la empresa. Gracias a su potencia, las computadoras de alto rendimiento son capaces de analizar grandes cantidades de datos en poco tiempo -como los generados por experimentos científicos o simulaciones-, y de resolver problemas complejos gracias a la gran potencia de cálculo.	No aplica	Continua	Primaria	Scalac-Red Clara	junio 2024: ARG BOL BRA CHI COL CRI ECU MEX URY	Sin imputación	Per capita	0,0022601	0,5037329	Efectivo (Bolivia)	Efectivo (Brasil)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Cómputo	Centros de datos certificados	Se refiere a centros de datos que han sido evaluados y certificados por una organización independiente para cumplir con los estándares de la industria en cuanto al diseño, construcción y operación para proporcionar confiabilidad, seguridad y eficiencia. A los cuales se le otorgan premios, y estos premios además representan la validación de terceros de los diseños de centros de datos, las instalaciones construidas, los planes operativos y la eficiencia general. Dentro de sus premios tienen: Sello de aprobación de M&O, Certificación de documentos de diseño por niveles, Certificación por niveles de instalaciones construidas y Certificación Tier de Sostenibilidad Operacional.	No aplica	Continua	Secundaria	Uptime: https://uptimeinstitute.com/uptime-institute-awards/list	2024: ARG BRA BOL COL CRI CUB DOM ECU GTM JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN CH HND	Sin imputación	Per capita	0	0,0034534	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Costa Rica)
	Infraestructura	Cómputo	IXPs	Contabiliza la cantidad de puntos de intercambio de internet en un país o la cantidad de redes autónomas (AS) que están interconectadas a un punto de intercambio de Internet (IXP) específico.Los IXP (Internet Exchange Point) son los lugares donde los proveedores de servicios de Internet (ISP) interconectan sus redes para intercambiar tráfico de internet y crear más ancho de banda de Internet para sus clientes y, así, disminuir la latencia para ellos.	No aplica	Continua	Secundaria	Packet Clearing House :https://www.pch.net/ixp/dir#!mt-filters=%7B%22reg%22%3A%5B%22dropdown%22%2C%22%22%2C%22Latin%20ica%22%5D%7D	Mayo 2024: ARG BRA BOL COL CRI CUB DOM ECU GTM JAM MEX PAN PRY PER SLV CH HND	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) URY VEN	Per capita	0,0000311	0,0006335	Efectivo (Mexico)	Efectivo (Argentina)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Cómputo	Servidores de Internet seguros (millón de habitantes)	Cantidad de servidores de Internet (equipo informático que almacena y proporciona información a través de la red) que cumplen con estándares de seguridad para proteger los datos y la información almacenada, como la autenticación de usuarios, el cifrado de datos y la protección contra ataques informáticos. Este subindicador permite medir y concluir el nivel de seguridad de la infraestructura de Internet de un país.	No aplica	Continua	Secundaria	World Development Indicators: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.SECR.P6?view=chart	2024: ARG BRA BOL COL CRI CUB DOM ECU GTM JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN CH HND	Sin imputación	Per capita	69	12.791	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Chile)
	Infraestructura	Dispositivos	Hogares que tienen computadora	Se refiere a la proporción de hogares que tienen una computadora, ya sea de escritorio, portátil, tablet o una computadora de mano similar.	No aplica	Continua	Secundaria	ITU DataHub: https://datahub.itu.int/data	2017: CH VEN GTM 2019: HND PAN 2020: CUB SLV 2021: DOM JAM BOL 2022: ARG BRA COL CRI MEX PRY PER URY 2023: ECU	Sin imputación	No aplica	3,3	99,7	Efectivo (Mozanbique)	Efectivo (Turquia)
	Infraestructura	Dispositivos	Asequibilidad de Teléfono inteligente	Calcula el precio del smartphone más barato del mercado pero respecto al PPA (Paridad de Poder Adquisitivo que se calcula considerando el precio de una cesta de bienes y servicios representativa de cada país y se compara con el precio con las otras de cada país para obtener el tipo de cambio, que refleja el poder adquisitivo relativo de las monedas). Promueve la inclusión, fomenta la innovación abierta, facilita el desarrollo de habilidades, impulsa la adopción generalizada y permite el desarrollo de soluciones que aborden desafíos sociales.	No aplica	Continua	Secundaria	Banco mundial: https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD ; https://a4ai.org/research/device-pricing-2022/; A4AI: https://a4ai.org/research/device-pricing-2022/	Descarga marzo 2024 / Disponibilidad de datos 2022: ARG BOL BRA CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PER PRY SLV URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	99,71	665,33	Efectivo (Honduras)	Efectivo (Panama)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Infraestructura	Dispositivos	Adopción IPv6	IPv6 amplía las funciones de Internet para habilitar nuevos tipos de aplicaciones, incluidas las aplicaciones móviles y de punto a punto. MIde el porcentaje estimado de usuarios de IPv6 en cada uno de los países de LAC.	No aplica	Continua	Secundaria	LACNIC Stats: http://stats.labs.lacnic.net https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption http://stats.labs.lacnic.net/IPv6/opendata/ipv6-report-access.json	2024: CUB DOM CRI SLV GTM HND MEX PAN ARG BOL BRA CHL COL ECU PRY PER URY VEN	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple)	Per capita	69	12.791	Efectivo (Cuba)	Efectivo (Chile)
	Datos	Barómetro de Datos	Disponibilidad	Es la disponibilidad de datos públicos disponibles para que cualquier usuario pueda acceder y usarlos. La disponibilidad de datos es fundamental para el desarrollo de sistemas saludables de IA. Estos datos pueden ser sobre el clima, la tierra, la salud, las finanzas públicas y la contratación pública, todos datos que son un recurso valioso para la investigación, la innovación y la participación ciudadana.	No aplica	Continua	Secundaria	Global Barometer´s: https://ldatabarometer.org/open-data//	2021: ARG BRA BOL CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Datos	Barómetro de Datos	Capacidades	Contempla la capacidad de los países para recopilar, descargar, procesar, usar y compartir datos de manera efectiva, todos aspectos importantes para la disponibilidad.	No aplica	Continua	Secundaria	Global Barometer´s: https://ldatabarometer.org/open-data/	2021: ARG BRA BOL CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	0	100	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Datos	Barómetro de Datos	Gobernanza	Desarrollo e implementación de reglas, procesos y estructuras para garantizar que los datos sean fiables, dignos de confianza y completos. Mide la presencia de indicadores como la existencia de regímenes regulatorios para la protección de datos, el derecho a la información y el derecho a los datos, los marcos emergentes para el intercambio de datos.	No aplica	Continua	Secundaria	Global Barometer´s: https://databarometer.org/open-data/	2021: ARG BRA BOL CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Datos	Barómetro de Datos	Uso e impacto	Explora los casos de uso representativos con el fin de obtener una comprensión comparativa del uso y el impacto de los datos.	No aplica	Continua	Secundaria	Global Barometer´s: https://databarometer.org/open-data/	2021: ARG BRA BOL CH COL CRI DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	0	100	Posible	Posible
	Talento Humano	Alfabetización en IA	Educación temprana en ciencia	Se refiere a las habilidades y conocimientos en matemáticas y ciencias de estudiantes del segundo ciclo de educación media (15 años) medidos por la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes, que es coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE). Matemáticas y ciencias representan los conocimientos tempranos necesarios para el desarrollo educativo en IA.	No aplica	Continua	Secundaria	OECD: https://www.oecd.org/pisa/OECD_2022_PISA_Results_Comparing%20countries%E2%80%99%20and%20E2%80%99%20erformance%20in%20mathematics.pdf	2022: CH URY MEX PER CRI COL BRA ARG JAM PAN SLV GTM PRY DOM	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) BOL CUB ECU HND VEN	No aplica	341,5	428	Efectivo (Cambodia)	Efectivo (Chile)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	TécnicWa de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Talento Humano	Alfabetización en IA	Educación temprana en IA	Presencia de contenidos asociados a Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) o a contenidos asociados a la IA presentes en bases curriculares o lineamientos curriculares de enseñanza secundaria en cada país. Para medirlos, se categoriza: Conceptos TICs: (tecnologías de la información, pensamiento computacional, computación, informática) conceptos IA: (inteligencia artificial, ia generativa, robótica, big data, visión por computadora)	.No tiene 2.Propuesta TIC 3.Propuesta IA 4.Tiene implementado TIC 5.Tiene implementado IA	Categórica	Secundaria	SITEAL: https://siteal.iiep.unesco.org/s?pais=1&eje=2	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	1	5	Posible	Posible
	Talento Humano	Alfabetización en IA	Habilidad de inglés	Lo que se mide en este subindicador son las habilidades de comprensión lectora y auditiva de personas. Existen unas pruebas de autotest llamadas EF Standard English Test (EF SET), disponibles online y voluntarias. A los resultados en cada país se les entrega una puntuación de acuerdo a los niveles del Marco Común Europeo de Referencia, MCER, C2, C1, B2, B1, A2,A1, pRE A1) -y también una puntuación EF EPI (del 1 al 800) y eso entra en el English Proficiency Index A Ranking, que es lo que entrega el número para este indicador.	No aplica	Continua	Secundaria	English Proficiency Index A Ranking: https://www.ef.com/wwen/epi/	2022: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) JAM	No aplica	364	661	Efectivo (Laos)	Efectivo (Netherlands)
	Talento Humano	Formación profesional en IA	Penetración de habilidades en IA	Mide el desarrollo de habilidades y competencias de la IA en el ámbito del mercado laboral,	No aplica	Continua	Primaria	Linkedin	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI ECU GTM JAM MEX PAN PER DOM VEN	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB SLV HND PRY	No aplica	0,03	0,18	Efectivo (The bahamas)	Efectivo (Costa Rica)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Factores habilitantes	Talento Humano	Formación profesional en IA	Licenciados STEM	Se refiere al porcentaje de graduados (ambos sexos) que han completado con éxito un programa de educación superior (licenciaturas) en un campo relacionado con la ciencia, la tecnología, la ingeniería o las matemáticas.	No aplica	Continua	Secundaria	UNESCO-UIS: http://data.uis.unesco.org/index.queryid=163#	2017: PER 2019: HND 2020: ECU BRA SLV 2021: ARG PAN CRI MEX CUB COL DOM URY 2022: CH	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) BOL GTM JAM PRY VEN	No aplica	1,29	40,23	Efectivo (Islas Marshall)	Efectivo (Malasia)
	Talento Humano	Talento Humano Avanzado	Programas de Magíster en IA en universidades del Ranking QS	Se refiere a la existencia de programas de magíster en IA que están dentro de las primeras 1000 universidades ranqueadas en el QS World University Rankings.	No aplica	Continua	Secundaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	Per cápita	0	0,001461	Posible	Efectivo (Uruguay)
	Talento Humano	Talento Humano Avanzado	Programas de PhD en IA en universidades del Ranking QS	Se refiere a la producción de programas de doctorado en IA que están dentro de las primeras 1000 universidades ranqueadas en el QS World University Rankings.	No aplica	Continua	Secundaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB SLV HND PRY	Sin imputación	Per cápita	0	0,0002038	Efectivo (Chile)
	Talento Humano	Talento Humano Avanzado	Programas de Magister en IA Universidades Acreditadas	Es el número de programas de magíster en IA ofertados por cada una de las universidades con cierto grado de acreditación de acuerdo al organismo pertinente de cada uno de los 19 países.	No aplica	Continua	Secundaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	Per cápita	0	0,0014607	Posible	Efectivo (Uruguay)
	Talento Humano	Talento Humano Avanzado	Programas de Doctorado en IA Universidades Acreditadas	Es el número de programas de doctorados en IA ofertados por cada una de las universidades en los 19 países y que se encuentran acreditadas de acuerdo a su organismo acreditador pertinente.	No aplica	Continua	Secundaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	Per cápita	0	0,0002547	Posible	Efectivo (Chile)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	Investigación	Investigación	Publicaciones en IA	Este subindicador refleja el total de publicaciones o papers en inteligencia artificial, considerando exclusivamente el conjunto de investigadores de la base de OpenAlex que han publicado en esta área durante los últimos cinco años.	No aplica	Continua	Secundaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	Por millón de habitantes	0	32410,2376	Posible	Efectivo (Chile)
	Investigación	Investigación	Investigadores activos en IA	Este subindicador mide el número total de autores que han publicado en el campo de la inteligencia artificial durante los últimos cinco años.	No aplica	Continua	Secundaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	Por millón de habitantes	0	56812,16123	Posible	Efectivo (Chile)
	Investigación	Investigación	Productividad investigadores en IA	Este subindicador representa la relación entre el total de publicaciones en inteligencia artificial y el total de autores que han contribuido en este campo durante los últimos cinco años.	No aplica	Continua	Secundaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	1,184	Posible	Efectivo (Honduras)
	Investigación	Investigación	Impacto de la investigación IA	Este subindicador refleja la proporción entre el total de citas recibidas y el total de publicaciones en inteligencia artificial durante los últimos cinco años.	No aplica	Continua	Secundaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: ARG BRA BOL CH COL CRI CUB DOM ECU GTM HND JAM MEX PAN PRY PER SLV URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	52,965	Posible	Efectivo (Venezuela)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	Investigación	Investigación	Presencia de centros de investigación de IA	Miide la cantidad de centros de investigación en inteligencia artificial activos en el país con al menos tres años de existencia. Se incluyen tanto centros independientes como aquellos afiliados a universidades, siempre que cuenten con estatutos establecidos, una estructura de gobernanza clara, financiamiento permanente y que la inteligencia artificial sea uno de sus principales focos de investigación (al menos uno de tres). Además, se exige que sus publicaciones se encuentren en revistas indexadas o que participen en conferencias de categoría A+.	1: No tiene centro de IA 2:Tiene un centro de IA 3: Tiene dos centros de IA 4: Tiene tres centros de IA 5: Tiene más de tres centros de IA	Continua	Primaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2024:ARG BOL BRA CH COL CRI CUB DOM ECU GTM MEX PAN PRY PER SLV URY	Sin imputación	No aplica	1	5	Posible	Posible
	Investigación	Investigación	Proporción de autoras en IA	El objetivo de este indicador es medir la brecha de género en el campo de la inteligencia artificial por país. Para ello, Cenia ha contabilizado la proporción de autoras que han publicado documentos sobre inteligencia artificial en relación con el total de autores. Este indicador busca visibilizar las herramientas y estrategias que han tenido un impacto en la reducción o desaceleración de la brecha de género en las producciones científicas. La métrica se expresa como la relación entre el número de autoras mujeres en IA y el total de autores en este campo.	No aplica	Continua	Secundaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: PAN PER VEN ARG BOL GTM MEX PRY URY CH COL HND Promedio de 2020 a 2023: SLV	Sin imputación	No aplica	0	25,52	Posible	Efectivo (Cuba)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	Investigación	Investigación	Investigadores Consistentes en IA	Este indicador incluye a los autores y autoras que han publicado de manera regular en journals especializados en inteligencia artificial o en conferencias relevantes del área durante los últimos cinco años. La información ha sido extraída de la base de datos de OpenAlex, considerando publicaciones en inteligencia artificial correspondientes a los 19 países incluidos en el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA).	No aplica	Continua	Primaria	Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	Promedio últimos 5 años 2019-2023: URY CRI PAN PRY JAM GTM HND DOM SLV 2024: BRA MEX COL CH ARG ECU PER CUB VEN BOL	Sin imputación	Por millón de habitantes	0	10922,28064	Posible	Efectivo (Chile)
	Investigación	Investigación	Participación en main track de conferencias A+ (índice de excelencia)	El subindicador refleja la participación en el maintrack en alguna de las conferencias top 100 de la disciplina según google scholar durante el año 2023: IEEE, ACL, CVPR, NEURIPS, EMNLP, ICCV, AAAI, ICLR e ICML. El conteo se hace por publicación, si más de un autor de la misma nacionalidad o afiliación participó en la publicación, se cuenta sólo una vez.	No aplica	Continua	Primaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2023: ARG BRA COL CH MEX PER PRY URY ECU CUB CRI	Sin imputación	Per cápita	0	0,0009679	Posible	Efectivo (Chile)
	Investigación	Investigación	Participación en side events de conferencias A+ (subindicador a partir del índice de excelencia)	El subindicador refleja la participación en el eventos anexos (LatinxAI, Workshps, findings, tutorials) en alguna de las conferencias top 100 de la disciplina según google scholar durante el año 2023: IEEE, ACL, CVPR, NEURIPS, EMNLP, ICCV, AAAI, ICLR e ICML. El conteo se hace por publicación, si más de un autor de la misma nacionalidad o afiliación participó en la publicación, se cuenta sólo una vez.	No aplica	Continua	Primaria	OpenAlex / Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA)	2023: ARG BRA COL CH MEX PER PRY URY ECU CUB CRI	Sin imputación	Per cápita	0	0,0025981	Posible	Efectivo (Chile)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	I+D	Desarrollo	Productividad Open Source	Este subindicador mide la actividad relativa de desarrollo de software, considerando la cantidad de contribuciones realizadas (commits) en relación con el número de personas que participan en el desarrollo, en comparación con la población total.	No aplica	Continua	Primaria	GITHUB	2023: BRA ARG MEX COL CH DOM CRI URY ECU VEN GTM PRY BOL SLV CUB PER PAN JAM HND	Sin imputación	Per cápita	0,00013	0,01742	Efectivo (Brasil)	Efectivo (Panama)
	I+D	Desarrollo	Calidad Open Source	Este subindicador se refiere al número promedio de estrellas (stars) que un repositorio ha recibido en GitHub, la plataforma de desarrollo colaborativo, reflejando su calidad o impacto en la comunidad.	No aplica	Continua	Primaria	GITHUB	2023: BRA ARG MEX COL CH DOM CRI URY ECU VEN GTM PRY BOL SLV CUB PER PAN JAM HND	Sin imputación	No aplica	0	92,82	Posible	Efectivo (Uruguay)
	I+D	Desarrollo	Cantidad de Patentes	Este indicador mide el número de patentes relacionadas con inteligencia artificial presentadas por primera vez en la oficina de patentes del país indicado. CAT incluye únicamente patentes de IA, identificadas mediante un método desarrollado por CSET y 1790 Analytics, que utiliza palabras clave y códigos de clasificación de patentes de bases de datos como 1790 y The Lens. Estas patentes se vinculan a técnicas de IA (como aprendizaje automático), aplicaciones (como procesamiento del habla) e industrias (como transporte).	No aplica	Continua	Secundaria	Emerging Technology Observatory: https://eto.tech/resources/	mayo 2024: ARG BRA CH COL MEX CRI PAN URY PER CUB	Método de imputación: PIB per cápita/ vecino más cercano BOL ECU SLV GTM HND JAM PRY DOM VEN	Per cápita	0	0,00421936	Posible	Efectivo (México)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	I+D	Innovación	Número de inversiones privadas	Este subindicador cuantifica las actividades de inversión en empresas privadas del país indicado, enfocándose en rondas de capital de riesgo, capital privado y transacciones de fusiones y adquisiciones (M&A) realizadas durante la última década. Se excluyen las inversiones que no implican aportes de capital, como financiamiento mediante deuda, subvenciones y crowdfunding. Además, el análisis se limita a empresas privadas es decir, no cotizadas en bolsas de valores, dejando fuera a grandes tecnológicas y compañías ya establecidas en los mercados públicos.	No aplica	Continua	Secundaria	Cruchbase: https://eto.tech/tool-docs/at/#company-and-investment-data	Junio 2024: ARG BRA CH COL MEX ECU PAN PRY PER URY DOM GTM JAM VEN SLV	Método de Imputación: PIB Percapita / vecino más cercano BOL CRI CUB HND	Per cápita	0,0000553	0,0122774	Efectivo (Guatemala)	Efectivo (Chile)
	I+D	Innovación	Valor total estimado de la inversión privada	El valor de las transacciones de inversión de capital a menudo se mantiene confidencial. Las métricas de "valor divulgado" de CAT solo consideran las inversiones con montos en dólares anunciados públicamente, mientras que las métricas de "valor estimado" incluyen todas las inversiones, asignando un valor en dólares estimado a aquellas sin montos divulgados. Este valor estimado se calcula utilizando el valor medio de inversiones similares en la base de datos de Crunchbase, considerando la misma etapa de inversión, país de destino y año. Así, el valor total de las inversiones entrantes incluye tanto los valores divulgados como los estimados para transacciones sin valores públicos.	No aplica	Continua	Secundaria	Crunchbase: https://eto.tech/tool-docs/at/#company-and-investment-data	Junio 2024: ARG BRA CH COL MEX ECU PAN PRY PER URY DOM GTM JAM VEN SLV	Método de Imputación: PIB Per Cápita / vecino más cercano BOL CRI CUB HND	Per cápita	0	0,0343359	Posible	Efectivo (Chile)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	I+D	Innovación	Empresas de IA	Las "empresas de IA" son startups y otras compañías de inteligencia artificial de capital privado (no cotizadas en bolsa) con sede en un país específico, según datos de Crunchbase y Refinitiv. Estas empresas se identifican mediante un análisis de sus descripciones utilizando técnicas de búsqueda en SQL para encontrar términos relacionados con técnicas y aplicaciones de IA, como "aprendizaje automático," "red neuronal," "visión por ordenador," y "vehículos autónomos," entre otros. Se incluyen términos generales como "inteligencia artificial," así como términos que sugieren actividades específicas de IA, como "optimizar," "personalizar," y "robótica." Los datos utilizados provienen de fuentes como sitios web de empresas, registros normativos y aportaciones de usuarios registrados, lo que proporciona una visión amplia y actualizada de las actividades y enfoques de estas compañías en el campo de la inteligencia artificial.	No aplica	Continua	Secundaria	Emerging Technology Observatory: :https://cat.eto.tech/?expanded=Summary-metrics&dataset=Investment&countries=&countryGroups=Latin+America+and+the+Caribbean	mayo 2024: ARG DOM PAN ECU PRY SLV PER GTM BRA CH COL CRI JAM URY MEX VEN	Método de Imputación: PIB Per Cápita / vecino más cercano BOL CUB HND	Per cápita	0,0000553	0,0038208	Efectivo (Guatemala)	Efectivo (Chile)
	I+D	Innovación	Empresas unicornio	Número de empresas unicornio, es decir, startups privadas valoradas en más de 1,000 millones de dólares. Estas empresas son motores clave de la innovación, atrayendo talento, invirtiendo significativamente en investigación y desarrollo, y fortaleciendo el ecosistema empresarial. Además, aportan conocimiento a sus respectivas industrias, generan empleo y promueven la internacionalización del sector de la inteligencia artificial, contribuyendo al crecimiento global y la competitividad de la industria.	No aplica	Continua	Secundaria	CB Insights: https://www.cbinsights.com/research-unicorn-companies	2024: MEX COL BRA ARG ECU	Sin imputación	Por millón de habitantes	0	866,0390431	Posible	Efectivo (Brasil)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	I+D	Innovación	Gasto en investigación y desarrollo en proporción al PIB	El gasto en investigación y desarrollo (I+D) como proporción del Producto Interno Bruto (PIB) mide la inversión en I+D en relación con el total de la economía de un país, calculándose como el importe de los gastos en I+D dividido por el PIB. Este subindicador se integra en el indicador de Innovación para estimar el impacto de la inversión en I+D en inteligencia artificial sobre el crecimiento económico de un país, proporcionando un proxy para evaluar cómo estas inversiones contribuyen al desarrollo económico y tecnológico nacional.	No aplica	Continua	Secundaria	CEPAL: Link	2009: BOL 2014: ECU VEN 2018: CRI 2019: CH HND 2020: CUB SLV ARG MEX PER URY BRA COL 2021: GTM PAN PRY	Método de Imputación: PIB Per Cápita / vecino más cercano JAM DOM	No aplica	0,05867	1,17	Efectivo (Guatemala)	Efectivo (Brasil)
	I+D	Innovación	Desarrollo de aplicaciones	Este subindicador se evalúa mediante el número de aplicaciones desarrolladas localmente por persona, lo que indica la actividad y el dinamismo del ecosistema de desarrollo tecnológico en la región. Según datos de plataformas como Appfigures, que monitorean la creación y rendimiento de aplicaciones móviles, este subindicador también permite analizar cómo la población de un país contribuye al desarrollo de aplicaciones, su adopción de tecnologías emergentes, y la integración de IA en productos tecnológicos accesibles para usuarios globales.	No aplica	Continua	Secundaria	Link	2023: ARG BOL BRA CH MEX COL CRI SLV GTM ECU PER PRY URY JAM HND VEN PAN DOM	Método de Imputación: PIB Per Cápita / vecino más cercano CUB	No aplica	0	100	Posible	Posible
	I+D	Innovación	Entorno emprendedor	Mide cuán propicio es el entorno para los emprendedores, necesidad esencial para el desarrollo de la IA porque permite impulsar la innovación, crear oportunidades económicas y abordar desafíos globales.	No aplica	Continua	Global Report: https://gemconsortium.org/reports/latest-global-report	2022/2023: ARG BRA CH COL ECU GTM MEX PAN URY VEN	Método de Imputación: PIB Per Cápita / vecino más cercano BOL CRI CUB SLV HON JAM PRY PER DOM	No aplica	0	7,6	Posible	Efectivo (United Arab Emirates)	

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	Adopción	Industria	Trabajadores en el sector de alta tecnología	Los empleados en industrias manufactureras de alta tecnología se definen como aquellos que trabajan en sectores que no pertenecen a las industrias tradicionalmente clasificadas como de baja tecnología, como los sectores de alimentos, bebidas, tabaco, textiles y confecciones. Esta clasificación se obtiene por exclusión y asume que el resto de la industria manufacturera corresponde a alta tecnología, aunque esto no implique necesariamente el uso de técnicas avanzadas o equipamiento de última generación. La definición se basa en la información disponible, ya que las encuestas de hogares no proporcionan suficientes detalles sobre las técnicas de producción o el tipo de equipo de capital utilizado, limitando así una clasificación más precisa de las industrias.	No aplica	Continua	Secundaria	Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean:https://www.cedlas.econo.unlp.edu.ar/wp/estadisticas/sedlac/estadisticas/#1496165509975-36a05fb8-428b	Industry high tech: 2006: VEN 2013: CRI 2014: GTM 2019: HND 2021: COL 2022: ARG BRA CH DOM ECU SVL MEX PER URY promedio industry low tech y high tech: 2021: BOL PRY	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB JAM	No aplica	0	9,1	Posible	Efectivo (México)
	Adopción	Industria	Fabricación de tecnología mediana y alta	Este indicador se refiere a la producción industrial de bienes que requieren procesos tecnológicos de mediana y alta complejidad, como maquinaria, equipos electrónicos, vehículos, productos químicos y farmacéuticos, los cuales demandan una alta inversión en investigación y desarrollo. Mide la contribución del sector manufacturero de tecnología media-alta y alta al valor añadido total de la manufactura en una economía, expresado como un porcentaje. Este indicador refleja la capacidad de un país o región para generar valor a través de la producción de bienes avanzados y tecnológicamente complejos, siendo un reflejo del nivel de sofisticación, innovación y competitividad de su sector industrial. Un mayor porcentaje indica una economía más orientada hacia la innovación y el conocimiento, con una mayor capacidad para competir en los mercados globales con productos de alto valor añadido y complejidad tecnológica.	No aplica	Continua	Secundaria	CEPAL: https://statistics.cepal.org/portal/databank/index.html?lang=es&indicator_id=3918&area_id=1564&members=212%2C78852%2C29170%2C29171%2C29172%2C29173%2C29174%2C29175%2C29176%2C29177%2C29178%2C29179%C29181%2C29182%2C29183%2C29184%2C29185%2C29186%2C29187%C74391&context=sdg	2020: ARG CH MEX COL ECU CUB GTM HND URY PER BOL JAM BRA PAN PRY CRI SLV VEN	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) DOM	No aplica	0	45,6	Posible	Efectivo (Mexico)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Investigación, adopción y desarrollo	Adopción	Industria	Proporción del valor añadido de fabricación de tecnología mediana y alta en el valor añadido total (en porcentajes)	Este indicador mide la contribución del sector de fabricación de tecnología mediana y alta al total del valor añadido de la manufactura en una economía, expresado como un porcentaje. Refleja la capacidad de un país para generar valor a través de la producción de bienes con mayor complejidad tecnológica. Es una métrica clave para evaluar el grado de integración de tecnología avanzada en la estructura económica de un país. Un mayor porcentaje indica una mayor capacidad para competir en mercados globales con productos innovadores y tecnológicamente avanzados.	No aplica	Continua	Secundaria	World Intellectual Property Organization (WIPO) (2023). Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf	2023: ARG BRA CH COL CRI CUB DOM ECU SLV GTM JAM MEX PAN PRY PER URY BOL	Método de imputación: MICE (Regresión Múltiple) CUB VEN	No aplica	10,3	33,6	Efectivo (Angola)	Efecitvo (Brasil)
	Adopción	Gobierno	Gobierno Digital	El Gobierno Digital se refiere a la integración de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la administración pública con el objetivo de modernizar el Estado, haciendo las administraciones más transparentes, eficientes y accesibles. Esta transformación digital busca mejorar la interacción entre el gobierno y los ciudadanos, fomentar la participación ciudadana y acelerar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Al adoptar estas tecnologías, los gobiernos no solo optimizan sus procesos internos, sino que también promueven una mayor transparencia y un acceso más inclusivo a los servicios públicos, fortaleciendo así la democracia y la confianza pública.	No aplica	Continua	Secundaria	https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2022	2022: ARG BRA CH COL CRI CUB DOM ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER VEN URY BOL	Sin imputación	No aplica	0	0,8964	Posible	Efectivo (Brasil)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Existencia de la estrategia	Este indicador mide la presencia de una estrategia o política de inteligencia artificial vigente en el país, respaldada por una institución pública. Contar con una política nacional de IA es fundamental para orientar el desarrollo y la adopción de tecnologías de inteligencia artificial de manera coordinada y estratégica. La existencia de estas políticas no solo establece un marco regulatorio y ético, sino que también impulsa la inversión, la investigación y la formación de talento en el área, facilitando el crecimiento sostenible del sector y fortaleciendo la competitividad del país en el ámbito global de la IA.	0: no existe estrategia de IA 1: existe estrategia de IA	Categorica	Secundaria	OECD: https://oecd.ai/en/dashboards/overview; TMG: https://www.tmgtelecom.com/wp-content/uploads/2020/07/TMG-Informe-de-Desarrollo-de-Pol%C3%ADticas-de-IA.pdf	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Existencia de institución encargada de ejecución	Mide si dentro de la Estrategia de IA se cuenta con una institución encargada de su ejecución, como por un Ministerio de Ciencia y/o Tecnología o equivalente.	1. cuenta con institución encargada de ejecución. 0. No	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Cuenta con mecanismos de evaluación	Se refiere al hecho de que el país cuente con algún método de seguimiento al cumplimiento de las metas. Esto puede ser, desde métodos cuantitativos (indicadores numéricos) hasta algo más cualitativo como un cuerpo dedicado a la evaluación del avance en la estrategia.	1. Cuenta con mecanismos de evaluación. 0. No	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Cuenta con mecanismo de coordinación interinstitucional	Un mecanismo de coordinación puede ser un órgano dedicado o un plan de acción detallado con responsabilidades claramente definidas y áreas de acción para objetivos específicos	1. Cuenta con mecanismo de coordinación interinstitucional. 0. No	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Ética y gobernanza de la IA	Ética y Gobernanza de la IA implica el establecimiento de marcos y políticas integrales que aseguren la transparencia, responsabilidad, inclusión, y protección en el uso y desarrollo de la inteligencia artificial. Esto incluye la rendición de cuentas y transparencia en los algoritmos, la protección de datos personales, la eliminación de sesgos discriminatorios, la promoción de la sostenibilidad ambiental, la implementación de entornos regulados para pruebas de IA, la supervisión de organismos dedicados, la creación de marcos legales específicos, la protección del empleo ante la automatización y el fortalecimiento de la ciberseguridad con soluciones basadas en IA.	0: no existe ética y gobernanza de la IA en la estrategia de IA del país 1:existen aspectos de ética y gobernanza de la IA en la estrategia	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Infraestructura y Tecnología de la IA	Infraestructura y Tecnología de IA abarca el desarrollo y fortalecimiento de los componentes técnicos esenciales para la implementación y funcionamiento eficiente de sistemas de inteligencia artificial. Esto incluye la creación de hardware especializado y el acceso a recursos de supercomputación, la garantía de una infraestructura de internet robusta, el establecimiento de centros de datos capaces de manejar grandes volúmenes de información, la estandarización de la interoperabilidad y seguridad de la IA, el desarrollo de soluciones en la nube escalables, y el fomento del desarrollo de software y modelos de IA mediante políticas de apoyo e incentivos.	0: no existe aspectos de infraestructura y tecnología de la IA en la estrategia de IA del país 1:existen aspectos de infraestructura y tecnología de de la IA en la estrategia de IA del país	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Desarrollo de Capacidades	Desarrollo de Capacidades se centra en la educación y formación necesarias para preparar a la sociedad y la fuerza laboral para interactuar y prosperar en un entorno impulsado por la inteligencia artificial. Esto incluye el desarrollo de programas de licenciatura y maestría en IA y campos relacionados, la integración de la alfabetización en IA en los planes de estudio de educación primaria y secundaria, y la oferta de programas de capacitación y reciclaje para la fuerza laboral existente. Estas iniciativas buscan fomentar una fuerza laboral calificada, una sociedad informada y facilitar la adaptación continua a las tecnologías emergentes de IA.	0: no existe desarrollo de capacidades en la estrategia de IA del país 1: existe desarrollo de capacidades en la estrategia de IA del país	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Datos	Datos abarca la creación y gestión de infraestructuras y políticas necesarias para el acceso, uso y calidad de los datos en el desarrollo de inteligencia artificial. Esto incluye el establecimiento de hubs de datos que proporcionen plataformas centralizadas para compartir información de manera segura y anonimizada, la implementación de políticas que promuevan la disponibilidad de datos abiertos en formatos legibles por máquina para fomentar la transparencia y la innovación, y la estandarización de la calidad y el formato de los datos para asegurar la interoperabilidad entre diferentes sectores y aplicaciones de IA.	0: no existe presencia de datos dentro de la estrategia de IA del país 1: existe presencia de datos dentro de la estrategia de IA del país	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Gobierno Digital	Gobierno Digital implica la modernización de los servicios públicos y la administración gubernamental mediante el uso de tecnologías avanzadas, especialmente la inteligencia artificial. Esto incluye la migración a soluciones en la nube compatibles con diversos dispositivos y sistemas operativos, el desarrollo de iniciativas de ciudades inteligentes, la implementación de plataformas para la participación ciudadana, la simplificación de procesos de adquisición mediante sistemas de IA, la capacitación de funcionarios públicos en el uso de herramientas de IA, la mejora de servicios públicos con tecnologías avanzadas, y la promoción de la responsabilidad, transparencia y anti-corrupción a través de tecnologías verificables y seguras.	0: no existe presencia de gobierno digital dentro de la estrategia de IA 1: Existe presencia de gobierno digital dentro de la estrategia de IA	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Industria y Emprendimiento	Industria y Emprendimiento abarca las iniciativas y políticas destinadas a integrar y fomentar el uso de la inteligencia artificial en diversos sectores industriales y empresariales. Esto incluye facilitar la adopción de tecnologías de fábrica inteligente, crear clústeres de IA que promuevan la colaboración entre empresas e instituciones académicas, proporcionar financiamiento para startups de IA, desarrollar programas para que las PYMEs adopten soluciones de IA, fomentar la colaboración entre el sector público y privado, establecer aceleradoras e incubadoras para startups de IA, ofrecer programas de capacitación para empleados de PYMEs y startups, y mejorar el enfoque sectorial mediante la aplicación de IA en áreas como agricultura, finanzas y salud.	0: no existen términos de industria y emprendimiento dentro de la estrategia de IA del país 1: existen términos de industria y emprendimiento dentro de la estrategia de IA	Categórica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	I+D	I+D (Investigación y Desarrollo) abarca las iniciativas y políticas destinadas a promover la innovación y el avance en el campo de la inteligencia artificial. Esto incluye fomentar el desarrollo de aplicaciones innovadoras de IA mediante competencias y subvenciones, financiar y apoyar la investigación doctoral en IA, dirigir fondos hacia la investigación de nuevas tecnologías y consideraciones éticas, construir centros de excelencia para la investigación en IA, apoyar la creación de modelos de IA que procesen lenguajes locales, y formular políticas que promuevan la colaboración entre academia, empresas y centros de investigación para transformar los resultados de la investigación en ideas comercializables.	0: no existen términos de I+D dentro de la estrategia de IA del país 1: existen términos de I+D en la estrategia de IA del país	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	Cooperación Regional e Internacional	Cooperación Regional e Internacional se centra en promover la colaboración y el intercambio de conocimientos entre diferentes regiones y países para avanzar en el desarrollo y la implementación de la inteligencia artificial. Esto incluye facilitar el intercambio de datos para mejorar la precisión y relevancia cultural de los modelos de IA y establecer foros y organismos regionales para coordinar políticas, normas y prácticas en IA. Estas iniciativas buscan fomentar la colaboración y el entendimiento mutuo, asegurando que los beneficios de la IA se compartan globalmente y se adapten a contextos regionales específicos.	0: no existe cooperación regional e internacional en la estrategia de IA del país 1: existe cooperación regional e internacional en la estrategia de IA del país	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Involucramiento de la sociedad	Metodología multistakeholder	Este subindicador mide si la incorporación de distintos stakeholders dentro de la participación de la creación de la política de IA, como: gobierno, academia, industria, soc. civil organizada, público en general	1. No existe 2. Existe fuera del Estado 3. Existe en un ministerio 4. Existe una agencia independiente 5. Existe e involucra a más de una institución	Categorica	Primaria	CENIA / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	1	5	Posible	Posible
	Internacional	Participación en organismos internacionales	Participación en comités internacionales	Mide si el país esta incorporado en distintos tratados internacionales como: Principios de la OECD Sobre IA, Declaración de Santiago, Red iberoamericana de protección de datos (RIPD), Alianza para el Gobierno Abierto y GlobalPartnership on Artificial Intelligence	0: No participa. 1: Miembro Observador 2: Miembro Participante	Categórica	Primaria	Red Iberoamericana: https://www.redipd.org/es/la-red/entidades-acreditadas	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	2	Posible	Posible
	Internacional	Participación en organismos internacionales	Participación en comités internacionales	Mide si el país esta incorporado en distintos tratados internacionales como: Principios de la OECD Sobre IA, Declaración de Santiago, Red iberoamericana de protección de datos (RIPD), Alianza para el Gobierno Abierto y GlobalPartnership on Artificial Intelligence	0: Sin incorporación a tratados o comités 1: Incorporado a un tratado o comité 2: Incorporado a dos o más tratados o comités	Categórica	Primaria	OCDE: https://oecd.ai/en/ai-principles ; https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/40/2a/402a35a0-1222-4dab-b090-5c81bbf34237/declaracion_de_santiago.pdf ; https://www.redipd.org/es/la-red/entidades-acreditadas ; https://www.opengovpartnership.org/our-members/ ; https://gpai.ai/community/	2024: ARG BOL BRA CH COL CRI CUB ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	2	Posible	Posible

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Regulación	Regulación sobre IA	Mitigación de riesgos	Este subindicador evalúa si el país dispone de una iniciativa legislativa en inteligencia artificial que incluya medidas para la mitigación de riesgos. Los factores considerados incluyen: la adopción de enfoques de derecho vinculante, el desarrollo de normas internacionales y de derecho internacional, y el fomento de entornos controlados para la experimentación regulatoria. Estos elementos reflejan el compromiso del país con la creación de un marco regulatorio robusto y adaptable que promueva un desarrollo seguro y ético de la inteligencia artificial.	0: no existe mitigación de riesgos en la Iniciativa legislativa de IA del país 1: existe mitigación de riesgos en la Iniciativa legislativa de IA del país	Categorica	Primaria	CEPAL / Estrategia de IA por país	2024: ARG BRA CH COL PER DOM URY	Sin imputación	No aplica	0	1	Posible	Posible
	Regulación	Ciberseguridad	Índice de ciberseguridad	El Índice Global de Ciberseguridad (GCI) de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es una herramienta que mide el nivel de compromiso de los países en ciberseguridad. Evalúa los esfuerzos nacionales a través de cinco pilares: medidas legales, técnicas, organizativas, desarrollo de capacidades y cooperación. Este índice proporciona una visión clara del avance de cada país en la implementación de estrategias y prácticas para fortalecer su ciberseguridad.	No aplica	Continua	Secundaria	Global Cyber Security https://www.itu.int/epublications/publication/globalcybersecurity-index-2020/en/).	2020: ARG BRA CH COL CRI CUB DOM ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER VEN URY BOL	Sin imputación	No aplica	0	96,6	Posible	Efectivo (Brasil)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Regulación	Ética y Sustenibilidad	Seguridad, precisión y confiabilidad (Technical Standards Safety, Accuracy and Reliability, GIRAI)	Esta área temática mide los pasos que los países han tomado para mejorar la seguridad de la IA mediante la integración de principios de precisión y fiabilidad en el diseño, desarrollo, uso y despliegue de tecnologías de IA. En particular, la evidencia debe tener en cuenta (1) marcos que hablen de la seguridad de la IA y mencionen los principios y/o requisitos de precisión y fiabilidad, (2) acciones gubernamentales para promover la seguridad de la IA e implementar medidas para asegurar la precisión y fiabilidad de los sistemas y herramientas de IA, y (3) actores no estatales que trabajen para avanzar en la seguridad de la IA y motiven estándares y/o requisitos de precisión y fiabilidad en la construcción de sistemas de IA confiables.	No aplica	Continua	Primaria	GIRAI	ARG BOL BRA CH COL CRI ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	80,92	Posible	Efectivo (Chile)
	Regulación	Ética y Sustenibilidad	Seguridad, precisión y confiabilidad (Technical Standards Safety, Accuracy and Reliability, GIRAI)	Esta área temática examina los pasos que los países han tomado para proteger el derecho a la privacidad y la protección de datos en el diseño, desarrollo y uso de herramientas y sistemas de IA. En particular, la evidencia debe tener en cuenta (1) marcos referentes a sistemas de IA, (2) acciones gubernamentales para implementar estos marcos o abordar cuestiones relacionadas con la protección de datos y la privacidad, y (3) actores no estatales que trabajan en privacidad y protección de datos en el país.	No aplica	Continua	Primaria	GIRAI	ARG BOL BRA CH COL CRI ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	46,26	Posible	Efectivo (Brasil)

Niveles de análisis				Operacionalización			Búsqueda de información			Imputación de datos faltantes	Normalización				
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Subindicador	Descripción conceptual	Categorización y/o criterios de agregación	Tipo de variable	Tipo de fuente	Fuente	Año	Técnica de imputación	Per capita, millon de habitantes o PIB	Valor mínimo	Valor máximo	Tipo mínimo	Tipo máximo
Gobernanza	Regulación	Ética y Sustenibilidad	Sustenibilidad	La sustentabilidad en el contexto del desarrollo de la inteligencia artificial se refiere a la adopción de prácticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan el uso eficiente de recursos, particularmente la energía. Dado que el consumo energético en la IA puede variar significativamente según el tipo de aplicación, los algoritmos y la eficiencia de los sistemas informáticos, es crucial implementar enfoques que optimicen la eficiencia energética. La sustentabilidad busca garantizar que el desarrollo y la expansión de la IA no comprometan la disponibilidad de energía limpia, confiable y asequible para las generaciones futuras, asegurando un equilibrio entre innovación tecnológica y responsabilidad ambiental.	No aplica	Continua	Secundaria	Network Readiness Index https://download.networkreadinessindex.org/reports/nri_2023.pdf	ARG BOL BRA CH COL CRI ECU SLV GTM HND JAM MEX PAN PRY PER DOM URY VEN	Sin imputación	No aplica	0	100	Posible	Efectivo (Venezuela)

F.3 Normalización

El proceso de normalización de datos fue utilizado en la construcción de este índice para ajustar y estandarizar los valores de diferentes indicadores a una escala común, permitiendo su comparación directa. Esto es particularmente relevante debido a que los datos originales, brutos, tienen unidades, rangos o magnitudes diferentes. Al normalizar los datos, se transforman los valores a una escala uniforme (por ejemplo, de 0 a 1 o en el caso de ILIA de 0 a 100), lo que facilita la agregación y el análisis de los datos, asegurando que todos los indicadores contribuyan de manera adecuada al índice final sin que unos dominen a otros debido a sus diferentes escalas.

Para este índice se utilizaron dos procesos de normalización de datos:

a) Normalización por Producto Interno Bruto (PIB) o Población: Permite que los datos reflejen mejor la realidad relativa y hagan comparaciones más equitativas y significativas entre diferentes contextos medidos.

Normalización por PIB : Se utilizó para ajustar indicadores con una naturaleza o que se ven influidos por elementos económicos o financieros, permitiendo comparar el desempeño relativo de países independientemente de sus tamaños económicos. Por ejemplo, normalizar el gasto en investigación permite evaluar qué proporción de la riqueza de cada país se invierte en este ámbito, en lugar de comparar los valores absolutos, que favorecerían a las economías más desarrolladas..

Normalización por población: Se utilizó para ajustar datos que se ven influidos por el tamaño de la población, como el número de investigadores, y programas de magíster y doctorado, entre otros. Esto permite medir el indicador en términos per cápita, reflejando mejor la situación relativa de cada país..

Normalización a escala de 1 a 100 para cálculo de puntajes del ILIA: Al igual que en 2023 se aplicó un proceso de transformación a los valores brutos observados de cada subindicador. Este proceso consistió en ajustar los valores originales a una escala uniforme de 0 a 100. Este enfoque sigue la metodología establecida por Oxford, que utiliza la normalización de los datos como un paso esencial en la construcción de índices. Al adaptar los valores a una escala común, se minimizan las distorsiones que podrían surgir de diferencias en unidades de medida, rangos o magnitudes.

Se establecieron dos tipos de mínimos y máximos para los subindicadores factibles y los efectivos observados. Los mínimos y máximos factibles se asocian principalmente con subindicadores categóricos, mientras que los efectivos observados se aplican a subindicadores continuos. Si se conocían el valor mínimo y máximo posible para un subindicador específico, se utilizó estos valores; en caso contrario, se recurrió a los valores efectivos observados. Para más detalles, se puede consultar la Tabla 1.

Fórmulas de Normalización

La fórmula de normalización aplicada para obtener un índice en una escala de 1 a 100 está diseñada para estandarizar los valores de los subindicadores.

Fórmula de normalización min.-max. multiplicada por 100

$$x' = \left(\frac{x\text{-}\min(x)}{\max(x)\text{-}\min(x)} \right) x100$$

Leyenda:
x: Valor original que se desea normalizar.
x¹: Valor normalizado, ajustado a una escala de 0 a 100.
min(x): Valor mínimo del conjunto de datos.
max(x): Valor máximo del conjunto de datos.

Este método asegura que los valores normalizados se distribuyan de manera proporcional entre 1 y 100, permitiendo así que los resultados sean fácilmente interpretables y comparables en el contexto del índice. Los valores más bajos reflejan un peor desempeño relativo, mientras que los valores más altos indican un desempeño superior dentro del rango de los datos observados.

Fórmula de normalización ecuación de la recta

$$x' = 100 + \left(\frac{(1\text{-}100)}{(\max(x)\text{-}\min(x))} \right) x \, (x\text{-}\min(x))$$

Leyenda:
x: Valor original que se desea normalizar.
x¹: Valor normalizado, ajustado a una escala de 0 a 100.
min(x): Valor mínimo del conjunto de datos.
max(x): Valor máximo del conjunto de datos.

Existe otra formula utilizada para subindicadores que tienen una relación inversamente proporcional con el panorama deseado, es decir, aquéllos en los que un valor numérico más alto refleja una situación menos favorable. Este tipo de indicadores requiere un tratamiento diferenciado en la asignación de puntajes, ya que su interpretación difiere de la de los indicadores tradicionales en los que un valor más alto representa un mejor desempeño.

En estos casos, se utiliza una normalización inversa para ajustar los valores de manera que reflejen correctamente su impacto negativo en el índice. Por ejemplo, subindicadores como el Promedio de latencia y Costo de la cesta básica de banda ancha fija, son subindicadores en los que un aumento en los valores, implica un empeoramiento en la calidad o accesibilidad de los servicios, algo que contrasta con subindicadores directamente proporcionales que reflejan mejoras con valores más altos.

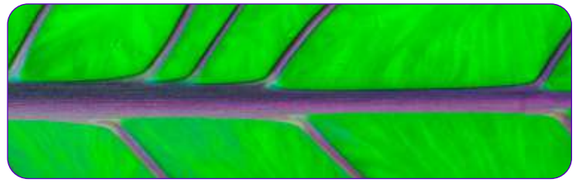


Tabla 2: Ejemplos de calculo de puntaje

	Ejemplo Factores Habilitantes	Ejemplo I+D+A	Ejemplo Gobernanza
PASO 1 Recolección de la información Datos brutos de acuerdo a fuente.	**Implementación 5G** Argentina: 6 Bolivia: 1 Brasil : 276	**Proporción de autoras** Colombia: 1997 Costa Rica: 18,28 Cuba: 25,52	**Existencia de estrategia** Categorías: 0: no existe estrategia de IA 1: existe estrategia de IA Paraguay: 0 Perú: 1 Rep Dominicana: 1
PASO 2 Normalización por Población o Producto Interno Bruto	Argentina: 131,0790647 Bolivia: 80,7193710 Brasil : 1275,2838893	No aplica	No aplica
PASO 3 Normalización para cálculo de puntaje	* Mín Efectivo (Perú): 80,7193710 * Max Efectivo (Chile): 64290,6630802 Argentina: 0,08 puntos Bolivia: 1,00 purtos Brasil : 1,86 purtos	* Mín Posible : 0 * Max Efectivo (Cuba): 25,52 Colombia: 78,23 puntos Costa Rica: 71,63 puntos Cuba: 100 puntos	0 = 0 puntos 1 = 100 puntos Paraguay: 0 puntos Perú: 100 puntos Rep Dominicana: 100 puntos

Fuente

F.4 Subindicadores

Existen algunos subindicadores cuya metodología de obtención de datos presenta particularidades que es importante destacar para comprender adecuadamente cómo se integran dentro del índice general. Estos subindicadores tienen características específicas en cuanto a la recolección, procesamiento y normalización de los datos, lo cual puede influir en la manera en que contribuyen al resultado final del índice.

En las siguientes líneas, proporcionamos una descripción detallada de estas particularidades metodológicas, incluyendo aspectos como las fuentes de datos utilizadas, los criterios de normalización aplicados, así como cualquier ajuste específico que se haya implementado para asegurar que los subindicadores reflejen de manera precisa y justa las realidades que buscan medir. Esto es fundamental para garantizar que cada subindicador, con sus respectivas metodologías, se integre de forma coherente y equitativa en la construcción de ILIA.

F.4.1. Base de datos OpenAlex

OpenAlex es una base de datos bibliográfica libre y heterogénea que incluye una amplia variedad de elementos como artículos científicos, autores, instituciones y conceptos (Priem, J. et al., 2022). A diferencia de bases de datos bibliográficas tradicionales como Scopus y Web of Science (WOS), OpenAlex no se limita a artículos científicos publicados e indexados; también incorpora artículos no publicados o en revisión, conocidos como *pre-prints*.

Esta base de datos es la sucesora de Microsoft Academic Graph (MAG), un grafo heterogéneo multidisciplinario que estuvo activo hasta 2021. Desde el 3 de enero de 2022, el equipo de OurResearch (https://ourresearch.org/, accedido el 31 de julio de 2023) ha continuado desarrollando OpenAlex con el mismo paradigma que MAG, pero con acceso libre, actualizaciones continuas y completa accesibilidad a través de una API que permite descargas inmediatas desde la fuente de datos original (https://openalex.org/about, accedido el 31 de julio de 2023).

Hasta la fecha, OpenAlex almacena aproximadamente 240 millones de artículos científicos, casi 2.7 veces más que las bases de datos Scopus y WOS. Adicionalmente, maneja diversas entidades como artículos, autores, fuentes, instituciones, conceptos, publicadores y financiadores, lo que resulta en cientos de millones de entidades y miles de millones de conexiones entre ellas, ocupando aproximadamente 300 GB de espacio en disco.

Descarga y poblamiento local de la base de datos

Debido a limitaciones en la API de Openalex para realizar consultas complejas, como determinar el número de artículos científicos de un autor específico que contengan el concepto de “Inteligencia Artificial” con un puntaje mayor al 20%, los investigadores

Felipe Urrutia y Andres Carvallo decidieron descargar y poblar localmente la base de datos original. El proceso fue observado por el equipo responsable siguiendo los pasos en la documentación de Openalex para descargar todos los datos y poblarlos localmente como un modelo entidad-relación en PostgreSQL.

Fecha de extracción: 3 de mayo, 2024.
Fecha de población: 16 de junio, 2024.
Rango de años de los artículos: de 1987 a 2024.
Número total de artículos científicos: 249 millones.
Tamaño en memoria: fullprod 1106 GB (tobebackedup_size 9145 kB, junk_size 1106 GB).
Cantidad de entidades y relaciones: 6 entidades, 11 relaciones, más otras 19 tablas.
Máquina: servidor RELELA (UCHILE).

F.4.2. Estrategia de identificación de artículos científicos de IA

Cada artículo científico en OpenAlex tiene asociado un conjunto de conceptos (tabla works_concepts = (work_id, concept_id, score)). Por ejemplo, el artículo de Omer Levy & Yoav Goldberg (2014), "Neural Word Embedding as Implicit Matrix Factorization", tiene los conceptos "word embedding" y "artificial intelligence", entre otros.

OpenAlex utiliza un modelo neuronal, de principio a fin, que etiqueta conceptos de acuerdo a los conceptos/tópicos presentes en el título, abstract, y otros metadatos del artículo científico 11. Por consecuencia, para cada concepto, el clasificador entrega un puntaje que indica que tan probable es la presencia del concepto en el artículo científico. Por ejemplo, en el artículo de Omer Levy & Yoav Goldberg (2014), "Word embedding" tiene un puntaje de 66.9% y "Artificial intelligence" de 45.2%, mientras que el concepto "Paleontology" tiene un puntaje de 0%.

Tal como se observa en el ejemplo anterior, pese a que el concepto "Paleontology" tiene un score nulo, aun así el concepto está conectado con el artículo científico. Incluso para artículos científicos que se etiquetan con el concepto de "Artificial Intelligence", existe un porcentaje considerable de artículos científicos que tienen el concepto etiquetado con un puntaje nulo, por ejemplo, https://api.openalex. org/works/W4205543764, accedido el 31 de Julio, 2023.

En primer lugar, para la confección de la primera versión de los índices el equipo técnico decide utilizar únicamente los artículos científicos etiquetados con el concepto de "Artificial intelligence" para confeccionar los índices de la producción científica en IA. Por otro lado, debido a que existen artículos científicos con el concepto de IA etiquetados con un puntaje bajo, incluso nulo, el equipo responsable decide definir un puntaje mínimo para identificar aquellos artículos científicos, etiquetados con el concepto de IA, que efectivamente son de IA.

Para resolver el problema, se llevaron a cabo los siguiente pasos:

1. Seleccionar una muestra aleatoria de muestra aleatoria de 476 artículos científicos etiquetados con el concepto de IA.

2. Identificar manualmente cuáles de ellos son efectivamente de IA. Para el etiquetado manual, se etiqueta la totalidad de la muestra para decidir si el artículo se incluye o excluye como artículo de IA.

3. Encontrar un puntaje mínimo para identificar aquellos artículos científicos etiquetados con el concepto de IA que efectivamente son de IA. Para encontrar el puntaje mínimo, se ajusta un árbol de decisión de un nivel, usando los datos etiquetados por el experto, para que clasifique, en base al puntaje, si el artículo se incluye o excluye como artículo de IA. Se identifica que el puntaje mínimo óptimo es del 20%.

Así, a lo largo del resto de la metodología, se consideran como artículos científicos relacionados con IA todos aquellos que están etiquetados con el concepto de Inteligencia Artificial y que poseen un puntaje de relevancia igual o superior al 20%. Esta clasificación asegura que únicamente se incluyan estudios que tienen una conexión significativa con el tema, estableciendo un umbral que filtra los artículos con un nivel relevante de contenido vinculado a IA.

F.4.3 Medición de la producción científica en IA

Se diseñaron consultas en lenguaje SQL para confeccionar tres índices de medición de la producción científica en IA.

Los índices considerados son lo siguientes:

1) Cantidad de artículos científicos de IA,
2) Cantidad de autores con artículos científicos de IA, y
3) Cantidad de citas de artículos científicos de IA.

Cada uno de los índices se desagrega por país y por año. OpenAlex almacena explícitamente el año de publicación del artículo científico (publication_year). Sin embargo, el país de un artículo científico es un dato implícito, dado que no es evidente el país de origen de un artículo científico cuando es propiedad de autores de distintas nacionalidades. Tampoco es evidente la nacionalidad de un autor, dado que éste puede tener artículos científicos en afiliaciones de distintos países. Dada la ambigüedad del origen de los artículos científicos, se decide el siguiente procedimiento para relacionar artículos científicos con países:

1. Cada artículo científico (work_id) es escrito por un conjunto de autores (author_id).
2. Cada autor escribe un artículo científico en una afiliación específica (institution_id).
3. Cada afiliación específica tiene un país designado (country_code).
4. Por defecto, cada artículo científico tendrá asociado un conjunto de países. Los países, designados al artículo científico, serán aquellos a los cuales existe una afiliación en alguno de los países, y existe un autor que escribe el artículo científico en dicha afiliación.
5. En consecuencia, para la asignación de artículos científicos con países, no importa el número de autores, sino la existencia de al menos un autor con una afiliación en el país en cuestión.

F.4.4 Consultas Structured Query Language

Q1: Esta consulta extrae y agrupa el número de trabajos científicos por país y año de publicación. Se enfoca en trabajos asociados al concepto de IA (identificado por concept_id) que tienen un puntaje mayor o igual a 0.2. Los datos se agrupan por código de país y año de publicación, proporcionando una cuenta del número total de trabajos por año para cada país.

```
\copy (SELECT t.country_code, t.publication_year, COUNT(*) count_by_year FROM (SELECT distinct c.work_id, c.publication_year, i.country_code FROM (SELECT b.work_id, b.publication_year, wa.institution_id FROM (SELECT a.work_id, w.publication_year FROM openalex.works w JOIN (SELECT doi, work_id FROM openalex.works_ids WHERE work_id IN (SELECT work_id FROM openalex.works_concepts WHERE score >= 0.2 AND concept_id = 'https://openalex.org/C154945302')) a ON w.doi = a.doi) b JOIN openalex.works_authorships wa ON wa.work_id = b.work_id ) c JOIN openalex.institutions i ON c.institution_id = i.id) t GROUP BY (t.publication_year, t.country_code)) TO 'q1.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q2. Similar a la consulta anterior, pero en lugar de contar trabajos, suma las citas recibidas por trabajos publicados. Se centra en trabajos relacionados con el concepto de IA y calcula el total de citas recibidas por año y país, proporcionando una visión del impacto de estos trabajos.

```
\copy (SELECT t.country_code, t.counting_year, SUM(t.cited_by_count) cited_by_count FROM (SELECT distinct c.work_id, i.country_code, c.counting_year, c.cited_by_count FROM (SELECT b.work_id, wa.institution_id, b.counting_year, b.cited_by_count FROM (SELECT wi.doi, wi.work_id, r.counting_year, r.cited_by_count FROM (SELECT o.referenced_work_id work_id, m.publication_year counting_year, COUNT(*) cited_by_count FROM (SELECT wrw.work_id, wrw.referenced_work_id, mi.doi work_doi FROM openalex.works_referenced_works wrw JOIN openalex.works_ids mi ON mi.work_id = wrw.work_id WHERE wrw.referenced_work_id IN (SELECT work_id FROM openalex.works_concepts WHERE score >= 0.2 AND concept_id = 'https://openalex.org/C154945302')) o JOIN openalex.works m ON m.doi = o.work_doi GROUP BY (o.referenced_work_id, m.publication_year)) r JOIN openalex.works_ids wi ON wi.work_id = r.work_id) b JOIN openalex.works_authorships wa ON wa.work_id = b.work_id) c JOIN openalex.institutions i ON c.institution_id = i.id) t GROUP BY (t.country_code, t.counting_year)) TO 'q2.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q3. Esta consulta también agrupa trabajos por país y año de publicación, pero se centra en la relación entre autores e instituciones. Extrae el número de trabajos por autor, institución y país, proporcionando un recuento de publicaciones por país y año para autores específicos asociados con el concepto de IA.

```
\copy (SELECT t.country_code, t.publication_year, COUNT(*) count_by_year FROM (SELECT distinct c.author_id, c.publication_year, i.country_code FROM (SELECT distinct wa.author_id, wa.institution_id, b.publication_year FROM (SELECT a.work_id, w.publication_year FROM openalex.works w JOIN (SELECT doi, work_id FROM openalex.works_ids WHERE work_id IN (SELECT work_id FROM openalex.works_concepts WHERE score >= 0.2 AND concept_id = 'https://openalex.org/C154945302')) a ON w.doi = a.doi) b JOIN openalex.works_authorships wa ON wa.work_id = b.work_id) c JOIN openalex.institutions i ON c.institution_id = i.id) t GROUP BY (t.publication_year, t.country_code)) TO 'q3.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q4. Identifica y lista las fuentes de publicación (como *journals* o conferencias) que incluyen trabajos relacionados con el concepto de IA.

```
\copy (SELECT DISTINCT s.id, s.display_name FROM (SELECT source_id FROM openalex.works_locations WHERE work_id IN (SELECT work_id FROM openalex.works_concepts WHERE score >= 0.2 AND concept_id = 'https://openalex.org/C154945302')) wl JOIN openalex.sources s ON s.id = wl.source_id) TO 'q4.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q5. Extrae datos sobre la colaboración internacional, mostrando trabajos que tienen coautores de diferentes países en el concepto de IA.

```
\copy (SELECT DISTINCT w1.work_id, w.publication_year AS publication_year, i1.country_code AS country1, i2.country_code AS country2 FROM openalex.works_authorships w1 JOIN openalex.works_authorships w2 ON w1.work_id = w2.work_id AND w1.institution_id < w2.institution_id JOIN openalex.institutions i1 ON w1.institution_id = i1.id JOIN openalex.institutions i2 ON w2.institution_id = i2.id JOIN openalex.works_ids wid ON w1.work_id = wid.work_id JOIN openalex.works w ON wid.doi = w.doi WHERE i1.country_code < i2.country_code AND w1.work_id IN (SELECT work_id FROM openalex.works_concepts WHERE score >= 0.2 AND concept_id = 'https://openalex.org/C154945302')) TO 'q5.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q6. Esta consulta se enfoca en extraer el número de trabajos por concepto y año de publicación, ordenados por año y número de trabajos.

```
\copy (SELECT w.publication_year, c.display_name, COUNT(w.doi) as number_of_works FROM openalex.works w JOIN openalex.works_ids wi ON w.doi = wi.doi JOIN openalex.works_concepts wc ON wi.work_id = wc.work_id JOIN openalex.concepts c ON wc.concept_id = c.id WHERE c.level = 0 GROUP BY w.publication_year, c.display_name ORDER BY w.publication_year, number_of_works DESC) TO 'q6.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q7. Similar a algunas consultas anteriores, pero desglosa la cantidad de trabajos por año, país y concepto específico.

```
\copy (SELECT w.publication_year, i.country_code, wc.concept_id,COUNT(*) as count FROM (SELECT wc.work_id, concept_id FROM openalex.works_concepts wc JOIN openalex.concepts c ON wc.concept_id = c.id WHERE c.id = 'https://openalex.org/C154945302' AND wc.score >= 0.2) ai_works JOIN openalex.works_concepts wc ON ai_works.work_id = wc.work_id JOIN openalex.concepts c ON wc.concept_id = c.id JOIN openalex.works_ids wi ON ai_works.work_id = wi.work_id JOIN openalex.works w ON w.doi = wi.doi JOIN openalex.works_authorships wa ON wa.work_id = ai_works.work_id JOIN openalex.institutions i ON wa.institution_id = i.id WHERE c.level = 0 GROUP BY w.publication_year, i.country_code, wc.concept_id) TO 'q7.csv' WITH CSV HEADER;
```

Q7 versión desagregada. Amplía la consulta Q7 incluyendo un nivel adicional de jerarquía conceptual, permitiendo desglosar aún más los datos para ver cómo los trabajos relacionados con un concepto específico se relacionan con sus conceptos ancestros en diferentes países y a lo largo del tiempo.

```
\copy (SELECT w.publication_year, i.country_code, wc.concept_id, COUNT(*) as count FROM (SELECT wc.work_id, concept_id FROM openalex.works_concepts wc JOIN openalex.concepts c ON wc.concept_id = c.id WHERE c.id = 'https://openalex.org/C154945302' AND wc.score >= 0.2) ai_works JOIN openalex.concepts_ancestors ca ON ca.concept_id = ai_works.concept_id AND ca.ancestor_id = 'https://openalex.org/C41008148' JOIN openalex.works_concepts wc ON ai_works.work_id = wc.work_id JOIN openalex.concepts c ON wc.concept_id = c.id JOIN openalex.works_ids wi ON ai_works.work_id = wi.work_id JOIN openalex.works w ON w.doi = wi.doi JOIN openalex.works_authorships wa ON wa.work_id = ai_works.work_id JOIN openalex.institutions i ON wa.institution_id = i.id WHERE c.level in (0, 1) GROUP BY w.publication_year,i.country_code, wc.concept_id) TO 'q7_desagregada.csv' WITH CSV HEADER;
```

Tal como muestra la Tabla 3, el código de país utilizado en la base de datos de OpenAlex, representa la ubicación de la institución del autor y corresponde al código de país ISO de dos letras.

Tabla 3. Código de país utilizado para base de datos OpenAlex

Código País	Nombre
BR	Brasil
MX	México
CO	Colombia
CL	Chile
AR	Argentina
EC	Ecuador
PE	Perú
CU	Cuba
UY	Uruguay
CR	Costa Rica
VE	Venezuela
PA	Panamá
PY	Paraguay
JM	Jamaica
BO	Bolivia
GT	Guatemala
HN	Honduras
DO	República Dominicana
SV	El Salvador

Medición de tendencias en conceptos de IA

Al igual que en ILIA 2023, se han identificado un conjunto de conceptos relacionados con la inteligencia artificial (IA). Para cada uno de estos conceptos, se calculó la cantidad de artículos científicos etiquetados con dicho concepto, desglosando los resultados por país y año de publicación. El proceso de selección de estos conceptos de IA sigue los siguientes pasos:

1) Incluir todos los conceptos de nivel 1 en OpenAlex que tengan como ancestro el concepto de IA (Artificial Intelligence: enlace, accedido el 1 de julio de 2023).

2) Incluir conceptos en OpenAlex que correspondan a subcategorías de la categoría "Artificial Intelligence" en Wikipedia (enlace a la categoría). Los conceptos seleccionados se listan en la Tabla AM.5.

3) Incluir conceptos en OpenAlex que correspondan a subcategorías de la categoría "Applications of Artificial Intelligence" en Wikipedia (enlace a la categoría). La lista completa también está disponible en la Tabla AM.5.

El equipo decidió ampliar el conjunto de conceptos seleccionados más allá de aquellos con IA como ancestro directo en OpenAlex, incluyendo conceptos clave como "Natural Language Processing" (NLP) y "Computer Vision" (CV), que, en lugar de ser descendientes de IA, están clasificados como descendientes de Ciencias de la Computación (CS), haciéndolos hermanos de IA en lugar de hijos. Esta jerarquía poco intuitiva no solo ocurre en OpenAlex, sino también en otras ontologías o Field of Study (FOS), como las de Arxiv y MAG. Para superar esta limitación y enriquecer el conjunto de conceptos, el equipo se apoyó en la amplia red de categorías de Wikipedia, específicamente subcategorías de "Artificial Intelligence" y "Applications of Artificial Intelligence," donde se encuentran conceptos relevantes como CV y NLP.

En cuanto a la gráfica de tendencias de conceptos para la región de LATAM, se definió la región de interés con los siguientes países: Brasil, Chile, México, Uruguay, Colombia y Argentina. La gráfica regional se construye a partir de una combinación lineal de las gráficas individuales de cada país, donde los ponderadores o coeficientes utilizados en esta combinación se derivan de la versión normalizada de los índices per cápita de cada país. Esto permite una representación equilibrada y proporcional del impacto de cada país en la tendencia regional de conceptos de IA.

F.4.5 Construcción del Indicador de Excelencia

El análisis se enfoca en las diez conferencias más relevantes en inteligencia artificial, seleccionadas según el Índice H5 de Google Scholar. Estas conferencias incluyen la IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Neural Information Processing Systems (NeurIPS), International Conference on Learning Representations (ICLR), entre otras.

Recolección de la información

La recolección de información se realizó principalmente mediante *scrapping* de las plataformas web de cada conferencia, utilizando la librería BeautifulSoup de Python. Debido a que la mayoría de las conferencias no proporcionan una API de acceso, esta técnica permitió extraer datos clave, como el nombre del trabajo, los autores, y si el trabajo fue presentado en el *main track* o en los *side events*. En casos donde los datos estaban disponibles únicamente en archivos PDF, como en la conferencia AAAI, se utilizaron librerías adicionales como pdfminersix y PyMuPDF para la extracción de texto.

Identificación de autores y autoras

Para identificar la procedencia geográfica de los autores, se utilizó OpenAlex, un catálogo bibliográfico de acceso abierto que almacena información sobre artículos científicos, autores, instituciones y sus relaciones. Mediante la API de OpenAlex, se buscó emparejar los títulos de los trabajos recolectados para determinar la existencia de los artículos y verificar las afiliaciones de los autores a instituciones latinoamericanas y del Caribe. La extracción y almacenamiento de datos se gestionaron usando las librerías requests y pandas de Python, y los resultados se guardaron en formatos JSON, XLSX y CSV para un análisis más detallado.

Los resultados iniciales indicaron que no to-

dos los trabajos estaban presentes en OpenAlex, debido a problemas de coincidencia con los títulos o porque simplemente algunos documentos no estaban almacenados en el repositorio. Para resolver esto, se llevaron a cabo búsquedas manuales en Internet para los documentos faltantes o se exploró su presencia en otros repositorios académicos como OpenReview y arXiv, los cuales también ofrecen APIs de acceso.

Tabla 4: Resultados de la identificación *OpenAlex*

Conferencia	Total Papers	Main Track Papers en OpenAlex	Diferencia
IEEE	1041	1004	37
ACL	1255	1244	11
CVPR	2353	2299	54
NeurIPS	3540	2549	991
EMNLP	1048	1038	10
ICCV	2156	2103	53
AAAI	1803	1613	190
ICLR	1584	1131	453
ICML	1865	1414	451

Para los artículos no encontrados en OpenAlex, se realizaron búsquedas adicionales manualmente o se verificó en otros repositorios como OpenReview y arXiv, que también cuentan con APIs para acceso a sus datos. Aunque estas plataformas no ofrecen la misma estructura detallada de afiliaciones que OpenAlex, complementaron la identificación de autores faltantes.

Contabilización de autores

El conteo de trabajos y autores se dividió entre la participación en los *main tracks* y los *side events* de las conferencias. Los *main tracks* se componen principalmente de artículos académicos formalmente publicados, mientras que los *side events* incluyen presentaciones de proyectos, talleres, investigaciones en desarrollo, y otros formatos más informales donde también se destaca la participación de autores latinoamericanos.

Se contabilizó a un autor o autora si investigó para una institución dentro de un país determinado. Por ejemplo, si un autor trabajó en un paper en NeurIPS bajo una institución chilena, se le contabilizó para Chile. Si el mismo autor participó en otra publicación en la misma conferencia también para Chile, solo se contabilizó una vez en el main track, pero sí participó también en un side event, se le contabilizó de nuevo bajo esa categoría.

Tabla 5: Participación de autores por país en *main tracks*

Conferencia	ARG	BRA	COL	CHI	MEX	PER	Nº papers
IEEE	1	12	7	0	0	0	7
ACL	4	2	0	0	6	0	4
CVPR	0	5	0	2	0	0	3
NeurIPS	0	10	1	6	0	0	13
EMNLP	0	0	0	7	0	0	3
ICCV	0	7	0	0	0	0	1
AAAI	0	5	3	1	0	0	6
ICLR	0	0	0	0	0	0	0
ICML	1	0	0	3	0	0	2

Side events

La participación en los side events mostró una mayor representación de autores latinoamericanos en comparación con los main tracks. Destaca la iniciativa LatinX in AI, que se presenta en varias de las conferencias y concentra una significativa cantidad de producción científica de la región.

Consideraciones y conclusiones

Es importante la realización de un trabajo meticuloso para garantizar la precisión en los resultados, debido a la gran cantidad de datos y las complejidades en la desambiguación de entidades en OpenAlex. Las revisiones manuales complementaron el proceso automático para cubrir posibles omisiones, reconociendo que algunas instituciones o autores podrían no estar completamente representados en las bases de datos disponibles. La revisión manual es esencial para detectar errores y asegurar la correcta inclusión de los participantes en el indicador de excelencia.

Aunque OpenAlex se actualiza periódicamente, sigue enfrentando desafíos para mantenerse al día con la realidad dinámica del mundo académico. Un ejemplo crítico es que, hasta la fecha, CENIA no está registrado en OpenAlex, lo cual subraya la necesidad de un escrutinio manual cuidadoso para asegurar la inclusión correcta de las instituciones y sus investigadores. Este desafío se aplica a cualquier otra institución o persona que pueda no estar completamente representada en las bases de datos disponibles.

F.5 Ponderación

ILIA 2024 incorporó este año la presencia de ponderadores en su construcción. La ponderación es un componente importante en la construcción de un índice, ya que determina la influencia relativa de cada subdimensión, indicador o subindicador en el resultado final.

En particular se utilizó la metodología de Asignación Presupuestaria, donde los expertos en un tema específico, definido por un conjunto de indicadores, distribuyen un "presupuesto" de cien puntos entre los indicadores, guiándose por su experiencia y su juicio subjetivo sobre la importancia relativa de cada uno. Esto se realizó de manera interna dentro del equipo de investigación -junto con la consulta de expertos externos- con el objetivo de contar con aportes desde una diversidad de conocimientos y experiencia en el desarrollo de la IA, así como representantes de los intereses de los diferentes países incluidos en el estudio. Esto es fundamental para asegurar que el sistema de ponderación refleje de manera equilibrada y justa las prioridades y contextos de los distintos países evaluados.

En el contexto de la dimensión Factores Habilitantes (FH), la ponderación refleja la importancia de diferentes áreas tales como Infraestructura, Datos y Talento Humano. Tal como muestra la Tabla 6, dentro de Infraestructura, la conectividad se considera fundamental y por ello se le asigna un 50% de la ponderación total de la subdimensión, mientras que el cómputo y los dispositivos reciben cada uno un 25%. A su vez, Infraestructura representa el 45% de la ponderación total de Factores Habilitantes, lo que resalta su rol crítico en el desarrollo del entorno necesario para la adopción de tecnologías de IA. Talento Humano y Datos también son ponderados con 30% y 25% respectivamente dentro de esta dimensión.

En la dimensión de Investigación, Desarrollo y Adopción (I+D+A), la ponderación de los subindicadores se distribuye de manera que la Investigación, lidera con una ponderación del 40%, debido a su importancia en la generación de conocimiento y avance tecnológico. La subdimensión de I+D, que engloba Innovación y Desarrollo, contribuye con un 30% a I+D+A, balanceando el énfasis en la creación de nuevas ideas y su transformación en productos y servicios prácticos. La Adopción, por otro lado, ponderada con un 30%, divide su peso entre la Industria (60%) y el Gobierno (40%), reconociendo el papel crucial tanto del sector privado como del público en la implementación efectiva de la inteligencia artificial.

Para la dimensión de Gobernanza, la ponderación se distribuye entre tres subdimensiones: Visión e Institucionalidad, Internacional y Regulación. Visión e Institucionalidad, que incluye la Estrategia de IA, Involucramiento de la sociedad e Institucionalidad, tiene una ponderación del 50%, lo que subraya la necesidad de una dirección clara y un marco institucional robusto. La subdimensión Internacional tiene un peso del 20%, reflejando la importancia de la colaboración global. Por último, Regulación, ponderada con un 30%, aborda aspectos críticos como la regulación sobre IA, ciberseguridad, y ética y sustentabilidad. La combinación de estas ponderaciones, con Gobernanza representando el 25% del peso total en ILIA, destaca la importancia de un marco regulatorio y estratégico que facilite y controle el uso de la IA.

Tabla 6 Construcción de ponderadores ILIA 2024

Dimensiones	Sub-dimensión	Indicadores	Ponderación
Factores Habilitantes	Infraestructura	Conectividad	50%
		Cómputo	25%
		Dispositivos	25%
	Ponderación Infraestructura en FH		**45%**
	Datos	Barómetro de Datos	
	Ponderación Datos en FH		**25%**
	Talento Humano	Alfabetización en IA	40%
		Formación profesional en IA	30%
		Talento Humano avanzado	30%
	Ponderación Talento Humano en FH		**30%**
	Ponderación Total de la Dimensión Factores Habilitantes en ILIA		**40%**
Investigación, Desarrollo y Adopción.	Investigación	Investigación	100%
	Ponderación Investigación en I+D+A		**40%**
	I+D	Innovación	50%
		Desarrollo	50%
	Ponderación i+D en I+D+A		**30%**
	Adopción	Industria	60%
		Gobierno	40%
	Ponderación Adopción en I+D+A		**30%**
	Ponderación Investigación, Desarrollo y Adopción en ILIA		**35%**
Gobernanza	Visión e Institucionalidad	Estrategia de IA	50%
		Involucramiento de la sociedad	25%
		Institucionalidad	25%
	Ponderación Visión e institucionalidad en Gobernanza		**50%**
	Internacional	Participación en definición de Estándares	50%
		Participación en organismos internacionales	50%
	Ponderación Internacional en Gobernanza		**20%**
	Regulación	Regulación sobre IA	20%
		Ciberseguridad	30%
		Ética y Sustentabilidad	50%
	Ponderación Regulación en Gobernanza		**30%**
	Ponderación Gobernanza en ILIA		**25%**

F.6 Desafíos Metodológicos para las siguientes versiones

Uno de los principales desafíos de este índice está relacionado con el levantamiento de información primaria. Llevar a cabo este proceso en los 19 países de América Latina presenta una serie de desafíos metodológicos significativos, especialmente cuando se busca capturar datos precisos y representativos en áreas relevantes como la adopción de tecnologías de IA en la industria, por ejemplo.

Uno de los principales retos es la diversidad de contextos socioeconómicos, políticos y culturales que caracterizan a cada país de la región. Esto implica que las metodologías de recolección de datos deben ser suficientemente flexibles y adaptables para reflejar con precisión las realidades locales, sin perder consistencia comparativa entre los países.

La complejidad de diseñar cuestionarios que sean confiables y efectivos en la recolección de datos representa otro desafío importante. Para que una encuesta cumpla con estos criterios, es crucial no solo formular preguntas claras y relevantes, sino también garantizar que lleguen a los participantes adecuados y se logre una tasa de respuesta suficiente.

Esto es especialmente crítico en el sector industrial, donde se necesita información detallada sobre el estado de adopción de la IA. Por lo tanto, es esencial desarrollar estrategias que incentiven la participación de las empresas, así como involucrar a organizaciones y redes locales que faciliten y apoyen la recolección de datos a nivel de cada nación..

Fortalecer la capacidad de levantar información primaria en la región es crucial para obtener una visión más fina y detallada del estado real de la adopción de IA en América Latina. Actualmente, muchas de las métricas sobre adopción tecnológica dependen de datos secundarios que pueden no capturar las particularidades de cada país o sector.

Abordar la recolección de información primaria de manera estratégica y coordinada puede ofrecer una comprensión más profunda y precisa del panorama de IA en América Latina, especialmente en el sector industrial y educativo donde la información granular y contextual es esencial para evaluar el progreso y las oportunidades de mejora.

ILIA