

Situación de la Inteligencia Artificial en el Ecuador en relación con los países líderes de la región del Cono Sur



Situation of Artificial Intelligence in Ecuador in relation to the leading countries of the Southern Cone region

Barragán-Martínez, Xavier

 Xavier Barragán-Martínez

xbarragan@hotmail.com

Instituto de Altos Estudios Nacionales. Escuela de Prospectiva Estratégica. Quito, Ecuador

FIGEMPA: Investigación y Desarrollo

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

ISSN: 1390-7042

ISSN-e: 2602-8484

Periodicidad: Semestral

vol. 16, núm. 2, 2023

revista.figempa@uce.edu.ec

Recepción: 21 Marzo 2023

Aprobación: 30 Junio 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/624/6244272003/>

DOI: <https://doi.org/10.29166/revfig.v16i2.4498>

Autor de correspondencia: xbarragan@hotmail.com

Cómo citar: Barragán-Martínez, X. (2023). Situación de la Inteligencia Artificial en el Ecuador en relación con los países líderes de la región del Cono Sur. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 16(2), 23-38. <https://doi.org/10.29166/revfig.v16i2.4498>

Resumen: El objetivo de este trabajo es identificar y comprender el estado de situación del ecosistema de la Inteligencia Artificial (IA) del Ecuador, para lo que se define una metodología de medición del estado de la IA aplicado a los países líderes en este ámbito de la región, pretendiendo reflejar la situación del Ecosistema de Inteligencia Artificial; por lo que, se toma como referencia a la metodología del Índice de IA de Tortoise que define tres pilares de análisis; inversión, innovación e implementación, que utiliza 143 indicadores divididos en siete subpilares: Talento, Infraestructura, Entorno Operativo, Investigación, Desarrollo, Estrategia Gubernamental y Comercial. La propuesta mantiene los primeros cinco subpilares y utiliza uno nuevo denominado Institucionalidad que integra a las estrategias gubernamentales y comerciales. La investigación se suscribe en un método descriptivo, cuantitativo y analítico de revisión de fuentes secundarias y bases de datos de organismos, empresas, gobiernos, entre otras. Los hallazgos muestran que existe una brecha significativa al comparar al ecosistema de la IA en el Ecuador con los ecosistemas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, y Uruguay; mostrando un incipiente uso, adopción de esta tecnología y la falta de políticas públicas que fomenten el aprovechamiento de la IA como medio de desarrollo social, económico y ambiental.

Palabras clave: ecosistema IA, metodología, Tortoise, indicadores, tecnología, situación actual.

Abstract: The objective of this work is to identify and understand the status of the Artificial Intelligence (AI) ecosystem in Ecuador, for which a methodology for measuring the status of AI applied to the leading countries in this area of the region is defined, pretending to reflect the situation of the Artificial Intelligence Ecosystem; therefore, the Tortoise AI Index methodology is taken as a reference, which defines three pillars of analysis; investment, innovation and implementation, which uses 143 indicators divided into seven sub-pillars: Talent, Infrastructure, Operating Environment, Research, Development, Government and Commercial Strategy. The proposal maintains the first five subpillars and uses a new one called institutionalality that integrates government and commercial strategies. The research subscribes to a descriptive, quantitative and analytical method of reviewing secondary sources and databases of organizations, companies, governments,

among others. The findings show that there is a significant gap when comparing the AI ecosystem in Ecuador with the ecosystems of Argentina, Brazil, Chile, Colombia, and Uruguay; showing an incipient use, adoption of this technology and the lack of public policies that encourage the use of AI as a means of social, economic and environmental development.

Keywords: AI ecosystem, methodology, Tortoise, indicators, technology, current situation.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una tecnología al servicio del bien social en América Latina y el Caribe (Gómez Mont et al., 2020), cuyo propósito es promover el desarrollo inclusivo sustentado en la promoción del uso responsable y la implementación de soluciones innovadoras a los problemas sociales, económicos y ambientales; siendo esta una gran oportunidad para que los países de la región desarrollen ecosistemas de innovación con estándares y herramientas confiables basadas en IA.

Esta característica le ha permitido ser considerada como uno de los principales motores de transformación, crecimiento socio económico, innovación y rentabilidad; según el informe de Accenture (2022), la IA ya está cambiando nuestra forma de vivir y trabajar, pero muy pocas organizaciones aprovechan todo su potencial, solo el 12% de las organizaciones en todo el mundo están utilizando IA para impulsar el crecimiento y conseguir grandes resultados; quienes han aumentado sus ingresos hasta un 50% más que otras organizaciones y obtienen mejores resultados en experiencia del cliente y sostenibilidad (Accenture, 2022).

En esta línea se espera que al 2030 existan ingresos estimados de USD 16.500 trillones (BID, 2020), por lo que, entre otros aspectos se evidencia una fuerte carrera por liderar esta industria especialmente por Estado Unidos, China y la Unión Europea; otro aspecto en consideración es el mercado laboral donde se requiere que para 2023 todo el personal contratado deberá contar con capacitación en IA; en el ámbito comercial el 95% de compras se realizará en línea para 2040 (Osman, 2019); el mercado de las redes sociales representan a USD 2,6 billones a 2023 (Market Research Future, 2022), respecto a la competitividad empresarial, Gartner asegura que en 2025 el 10% de las empresas que implementen las mejores prácticas de ingeniería de IA, respecto al ámbito ambiental el uso de la IA, en conjunto con otras tecnologías avanzadas, ayudará a disminuir las emisiones globales de carbono hasta en un 15%.

Sin embargo de este favorable contexto, la región presenta las limitaciones sociales y económicas, que no han permitido realizar inversiones públicas y privadas para avanzar en IA, convirtiéndose esta particularidad en una desventaja regional, ya que como se ha evidenciado, la IA es una tecnología importante y fundamental en la cuarta revolución industrial, y dada su naturaleza multipropósito, poder exponencial y capacidad predictiva, podría ser una herramienta importante para abordar diversos desafíos que afectan el desarrollo de la región (Cepal, 2021). Por lo expuesto, este trabajo de investigación, pretende aportar a la identificación y comprensión del estado de situación del ecosistema de la IA del Ecuador y de los países líderes del cono sur, a través de la definición de una metodología que permita cuantificar y cualificar el grado de preparación de estos, con la finalidad de mitigar el incipiente uso y adopción de la Inteligencia Artificial de los países menos favorecidos de ALC.

La referencia utilizada para identificar la situación actual de la IA en todos los países del mundo se realiza a través de los informes de Oxford, Stanford y Tortoise, los mismos que muestran el ranking de las mejores

NOTAS DE AUTOR

xbarragan@hotmail.com

prácticas internacionales y que generalmente son pocos los países de la región que son evaluados bajo esta métrica. En este sentido, este trabajo que se basa en la metodología del índice de IA de Tortoise, identifica seis pilares fundamentales: Talento, Infraestructura, Entorno Operativo, Investigar, Desarrollo, e Institucional; que incluye 49 indicadores para definir el ecosistema de IA.

En este cometido, la metodología de investigación se suscribe al método descriptivo, cuantitativo y analítico de revisión de fuentes secundarias y bases de datos de organismos, empresas, gobiernos, entre otras. Mediante las que se pudo realizar un estudio comparativo (Benchmark) de los reportes de los Índices de IA para determinar los países líderes de la región, y la identificación de los 49 indicadores que constituyen los pilares que describen un ecosistema de IA, con el objeto de establecer la brecha existente del ecosistema de IA el Ecuador y los países líderes del cono sur.

Los hallazgos encontrados, primero mediante un bechmark de los tres índices de IA, muestran que los países líderes de la región son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay principalmente, y que al analizar solamente a los países del cono sur se excluye a México; además se evidencia que el Ecuador está en un estado básico e incipiente en relación con el uso y aprovechamiento de la IA; así como una ausencia de política pública que fomente el aprovechamiento de la IA como medio de desarrollo social, económico y ambiental.

METODOLOGÍA

El diseño de la metodología obedece al método descriptivo, que es “el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utiliza criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes” (Martínez, 2018); además es cuantitativa, porque se ciñe a la recopilación objetiva de datos que se centran principalmente en números y valores y finalmente analítica de revisión de fuentes secundarias y bases de datos de organismos, empresas, gobiernos, entre otras.

Con esta información se procedió a realizar un análisis comparativo (Benchmark) de los reportes de los Índices de IA para determinar los países líderes de la región, y la identificación de los 49 indicadores que constituyen los pilares que describen un ecosistema de IA, con el objeto de establecer la brecha existente del ecosistema de IA el Ecuador con los ecosistemas de los países líderes del cono sur.

La Inteligencia Artificial y su importancia

A saber, la Inteligencia Artificial (IA) se inicia en la década de los años 50 de la mano de Alan Turing quien descifró los códigos nazis de la máquina Enigma en la Segunda Guerra Mundial (Cañado, 2022). Posteriormente, John McCarthy (considerado el padre de la IA) en 1956, inició el debate respecto a que el aprendizaje o cualquier otro rasgo inteligente puede ser descrito con tanta precisión que una máquina podría simularlo. Desde esa fecha hasta la actualidad, muchas son las definiciones que han aparecido, teniendo como premisa que esta: “Es la ciencia y la ingeniería para fabricar máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes. Está relacionado con la tarea similar de usar computadoras para comprender la inteligencia humana, pero la IA no tiene que limitarse a métodos que son biológicamente observables” (McCarthy, 2007, pág. 1).

En este contexto es que la IA se ha desarrollado, llevando a las sociedades a escenarios de automatización de procesos, con sistemas autónomos e inteligentes y robots con similitud al ser humano; impactando en la vida y el statu-quo de las personas en diferentes formas, y planteando nuevos desafíos y retos a los gobiernos por sus efectos. En este desarrollo, se ha originado el debate sobre aquellos sistemas autónomos desarrollados en base a algoritmos de datos y técnicas de aprendizaje propios de la IA que son ajenos a los valores y necesidades

humanas; lo que obliga a reflexionar sobre aspectos éticos en el despliegue de la inteligencia artificial; en esta línea, la UNESCO (Diario Popular, 2021) recomienda "garantizar la transparencia y la accesibilidad" de los algoritmos sobre los que se basan estas tecnologías.

Por otro lado, y con el advenimiento de la pandemia de COVID-19, se aceleró la definición e implementación de estrategias de IA en los gobiernos de todo el mundo. Desde la industria farmacéutica que utiliza IA para ayudar con el desarrollo de nuevos fármacos y tratamientos, hasta aplicaciones utilizadas para rastrear contactos con datos de telefonía móvil y geolocalización, las aplicaciones de IA han ayudado a los gobiernos a gestionar la pandemia, y bien puede desempeñar un importante papel en la recuperación económica, debido a su elevado potencial para superar las limitaciones que empiezan a aparecer en la inversión de capital y la mano de obra como factores tradicionales de progreso económico.

Esta característica propia de la IA le ha permitido ser considerada como uno de los principales motores de transformación y crecimiento socio económico de los países en los próximos años, argumentación que se basa en el aporte realizado en el crecimiento de la inversión global anual que va de 13 a 68 billones de dólares (432% desde 2016 al 2020) (Statista, 2022); y entre otras, al impulso de la innovación y la rentabilidad que esta tecnología está realizando. Por ejemplo, se ha proyectado que al 2035, se producirá un incremento en las utilidades de un 31% en el mercado financiero, de un 55% en el de salud y hasta de un 84% en el de educación, entre otros (Purdy y Daugherty, 2017). Por otro lado, estudios recientes determinan que para el 2030 en el área comercial (Rao y Verwei, 2017), la IA llegará a ser una de las más sobresalientes oportunidades de negocio, generando ingresos estimados de USD 16.500 trillones: USD 6.600 billones por mejoras en la productividad y USD 9.900 billones derivados del consumo adicional generado; a esto se suma que en el área laboral (según estudios del McKinsey Global Institute) el 70% de las empresas a nivel mundial habrá adoptado algún tipo de IA (BID, 2020). Por tal razón, a nivel global se evidencia una fuerte carrera por liderar esta industria, identificando claramente a los 3 gigantes: Estado Unidos, China y la Unión Europea, quienes pretenden lograr una ventaja de innovación global basada en esta tecnología (Castro et al., 2019), liderando la investigación y su adopción, con acciones específicas y agendas económicas de fomento a la difusión de la IA. Por su parte, los líderes mundiales de las empresas en el sector de la tecnología han declarado que esta, es una tecnología fundamental para dar forma a sus productos. De esta manera, la atención a la IA se amplificó dados los beneficios estimados por el Parlamento Europeo, institución que sostiene que para 2030 se espera que la IA contribuya con más de 11.000 millones de euros a la economía mundial, cantidad que casi iguala al PIB de China en 2020 (Parlamento Europeo, 2021).

En este sentido, la Unión Europea prevé un crecimiento del PIB del 20%, mientras que para China sería del 26% al 2030. Por esta razón, y debido a la importancia que representa para la economía de los países, el uso de esta tecnología ha sido catalogada de prioridad en la política económica de la Unión Europea, por lo que en su Libro Blanco de la IA se comprometió a promover la adopción de la inteligencia artificial y abordar los riesgos asociados con algunos de sus usos; y propuso un marco jurídico para abordar los riesgos generados por usos específicos de la IA centrándose en el respeto de los derechos fundamentales y la seguridad; con lo que pretende se garantice que las personas perjudicadas por los sistemas de inteligencia artificial disfruten del mismo nivel de protección que las personas perjudicadas por otras tecnologías (European Commission, 2022).

Por otro lado, Allied Market Research pronostica que el mercado mundial de la IA rondará los 150.000 millones de euros en 2025 con un 55% de crecimiento anual. Se suma a esta estimación, el informe de Accenture que resalta el impacto positivo de la IA en la innovación y la rentabilidad, proyectando al 2035 un incremento en las utilidades de hasta el 31% en el mercado financiero, un 55% en el área de la salud y un 84% en educación (Purdy y Daugherty, 2017). Además de la relevancia económica evidenciada, la importancia de la IA radica en su potencial capacidad de transformar todos los aspectos de la vida de las personas, tales como, las relaciones sociales, el empleo, el aprendizaje, el razonamiento, la planificación, la toma de decisiones y la

creatividad, esto incluye los ámbitos medioambientales y económicos; así como el gran soporte para resolver desafíos globales como el cambio climático y el acceso a atención médica de calidad, entre otros.

Otro aspecto de relevancia que trae la IA consiste en los retos de cambio que se presentan en el mercado laboral. Al 2021 la OECD señaló que las habilidades de la IA parecen atraer un alza en la prima salarial: en promedio un salario del 11% más alto en comparación con las ofertas de trabajo sin tales demandas y en comparación con una prima del 6% para las habilidades de software (Alekseeva et al., 2019). En la actualidad, las empresas invierten en talento de IA y buscan talento de IA experimentado para poder trabajar con IA, con el fin de capturar el valor de la IA (Ransbotham et al., 2019). Por otro lado, el uso de robots permite a las empresas combinar su fuerza y resistencia con el conocimiento tácito y la toma de decisiones ágiles de un ser humano (Knudsen y Kaívo-Oja, 2020). Por lo que Yamanoto (2019) sugiere que la reorganización de las tareas a raíz de la adopción de la IA contribuye a una mayor satisfacción laboral y al aumento del estrés. En este contexto, Webb (2020) señala que es probable que, a los trabajadores mayores de edad, les resulte más difícil adaptarse a los cambios en el mercado laboral debido a la IA.

Además, las estadísticas de julio de 2021, muestran que Estados Unidos observó la mayor proporción de empleadores en ese país con puestos vacantes: el 50% de todos los empleados necesitarán volver a capacitarse para 2025 y el 74% de los profesionales cree que la rotación de empleados solo aumentará en el próximo año (Lane y Saint-Martin, 2021). En este aspecto, Gartner señala que para 2023 todo el personal contratado deberá contar con capacitación en IA. No obstante, para 2025 el 70% de las organizaciones se verán obligadas a cambiar su enfoque de grandes datos a más pequeños y amplios, proporcionando mayor contexto para el análisis. Así, la IA será más sólida y tendrá una visión de 360 grados de los problemas comerciales (Gartner, 2021). Por esta razón, los datos del Banco Central Europeo (ECB, 2022) consideran que existirá en el mundo un ahorro de más de 6 billones de horas de trabajo para 2021. De hecho, el Foro Económico Mundial señala en el informe titulado *Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy* que se generarán 133 millones de empleos nuevos a 2022 (World Economic Forum, 2020).

Respecto a las actividades de comercio electrónico (e-commerce) en el mundo, las estimaciones de Gartner señalan que en 2023 la IA impactará en el comercio digital al menos un 25% de mejora en la satisfacción del cliente y en los ingresos o en la reducción de costes (iProUP, 2020). Además, se estima que la facturación, que fue de 2,3 billones de dólares en 2017, alcance a 4,5 billones para 2021 y que el 95% de compras se realizará en línea para 2040 (Osman, 2019). En España, por ejemplo, se prevé que el 57% de las grandes corporaciones incorporen los sistemas de automatización de procesos, el IoT (internet de las cosas) y la robótica (Viewnext, 2019) en actividades de comercio. En esta línea, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) argumentó que en el segundo trimestre de 2020 la facturación de los e-commerce aumentó en 12.020 millones de euros.

Otro sector en el que las aplicaciones de la IA impulsan la creatividad automatizada de contenido (Kotis, 2021) es el uso de las redes sociales como resultado de la vinculación voluntaria a las aplicaciones sociales y de ocio alojadas en internet que, particularmente, pronostican un crecimiento del mercado de las redes sociales de USD 0.5 billones en 2017 a USD 2,6 billones a 2023 (Market Research Future, 2022). Esto anima a la expansión de aplicaciones de la IA y otras tecnologías disruptivas en los procesos productivos que requieren de innovaciones y generan ganancias de productividad con efectos positivos en el crecimiento económico (Cepal, 2021).

En el ámbito de competitividad empresarial, Gartner asegura que en 2025 el 10% de las empresas que implementen las mejores prácticas de ingeniería de IA, generarán al menos tres veces más valor que el 90% de empresas que no lo hacen. Esta consultora espera también que la IA generativa represente el 10% de todos los datos producidos frente al 1% actual. Además, establece que el 70% de las empresas realizarán proyectos exitosos con aplicaciones de IA. En esta línea, tres de cada cuatro directivos identifican mejoras en la satisfacción del cliente (19%), reducción de costes (15%) y mayores ingresos (15%). Por lo que se establece que el progreso de las aplicaciones de IA en la empresa será imparabile (Gartner, 2021). Finalmente,

la Cepal establece que el uso de la IA, en conjunto con otras tecnologías avanzadas, ayudará a disminuir las emisiones globales de carbono hasta en un 15%, es decir, casi un tercio de la reducción del 50% propuesta para 2030 (World Economic Forum, 2019), mediante el desarrollo de soluciones para los sectores de la energía, la manufactura, agricultura y explotación de recursos naturales, construcción, los servicios, el transporte y gestión del tráfico (Ekholm y Rockström, 2019). En contra sentido, en la región de América Latina y el Caribe en general, y en el Ecuador en particular; debido a las limitaciones sociales y económicas, se han realizado pocas inversiones desde el gobierno, la industria y la investigación para avanzar en IA, convirtiéndose esta particularidad en una desventaja regional, ya que como se ha evidenciado, la IA es una tecnología importante y fundamental en la cuarta revolución industrial, y dada su naturaleza multipropósito, poder exponencial y capacidad predictiva, podría ser una herramienta importante para abordar diversos desafíos que afectan el desarrollo de la región (Cepal, 2021).

Análisis comparativo de IA del Ecuador con países líderes de la región

A nivel general, y como se mencionó en la introducción de este reporte, la región no muestra grandes inversiones que fomenten la implementación y despliegue de la IA en el gobierno, la industria y la investigación, debido a la emergencia sanitaria y a las limitaciones sociales y económicas de los países latinoamericanos. Siendo esta es una desventaja, ya que esta es una tecnología importante y fundamental en la cuarta revolución industrial, y dada su naturaleza multipropósito, poder exponencial y capacidad predictiva podría ser una herramienta importante para abordar diversos desafíos que afectan el desarrollo de la región (Cepal, 2021).

Sin embargo, desde el 2018 se registra una incipiente actividad respecto a la formulación de las estrategias nacionales de IA en países de América Latina, siendo pocos los gobiernos de la región quienes han realizado diferentes niveles de actividad legislativa o política en relación con la IA; seis mercados clave son los que han incluido a la IA en sus instrumentos políticos o legislativos, a saber: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay. Cabe señalar que de a poco los gobiernos de los países de América Latina, están reconociendo la necesidad de incluir la IA en los planes nacionales de desarrollo y otros instrumentos de formulación de políticas (TMG, 2020).

De esta manera, es importante que en los enfoques de los países sobre la IA, se incluyan las leyes sobre la protección de datos y la privacidad, los estatutos sobre ética y responsabilidad, las políticas y programas de conectividad, así como sus estrategias de ciberseguridad, entre otras; con el objeto de mejorar los procesos en la administración pública, el transporte público, la manufactura, los servicios de salud, la educación y la alfabetización, considerados como sectores clave en materia de IA. En este contexto para identificar a las mejores prácticas internacionales de la IA y a los países que lideran estas actividades, se revisó los informes de Oxford, Stanford y Tortoise. En los que se destaca como líderes a los siguientes (ver Tabla 1).

TABLA 1
Comparación de los índices internacionales de IA

Índices	Oxford-21	Stanford - 21	Tortoise-19
Brasil	1	1	3
Chile	2	N/A	N/A
Colombia	3	N/A	N/A
Uruguay	4	N/A	2
Argentina	5	N/A	4
México	6	N/A	1

Oxford Insights, 2021; Stanford University, 2021; Tortoise, 2019

En base a esta comparación se observa que, en la región la canasta de países que se identifican en los reportes anuales de la IA, se conforma por aquellos quienes lideran a las actividades relacionadas con la IA, los mismos que ha desarrollado las siguientes actividades:

- México es el país que inicia la actividad de planificación nacional respecto a la IA, con la publicación de la Estrategia de Inteligencia Artificial MX 2018;
- Uruguay ha venido colaborando con los países integrantes del Digital 9 (D9) desde el 2018 y lanzó en el 2019 una consulta pública de su Estrategia de Inteligencia Artificial para el Gobierno Digital;
- Colombia, por su parte, publicó en el 2020 la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial;
- Argentina en el 2019, expide el Plan Nacional de Inteligencia Artificial;
- Chile promulgó la Política Nacional de Inteligencia Artificial en el 2019, además establece 28 objetivos para aprovechar los beneficios de la Inteligencia Artificial y el Plan de Acción en abril de 2020; y
- Brasil publicó en julio de 2021 la Estrategia Brasileira de Inteligencia Artificial.

Además, y como se evidencia en el contexto global, el análisis de la IA se viene realizando mediante los informes anuales de medición del índice de IA de Oxford, Stanford y Tortoise. En esta línea de trabajo, y con el objeto de identificar la brecha existente entre el Ecuador respecto a los países líderes de la región de América del Sur en el desarrollo de la IA, se ha tomado como referencia la metodología del reporte de Tortoise Media, por su facilidad de integración, para proponer una metodología de medición, estructura y evaluación alternativa, que permita estandarizar una métrica sencilla de las variables de análisis.

Este reporte, contiene la publicación The Global AI Index en la que se evalúa a 54 países (Fouirner Guimbao, 2021), los aspectos de la inteligencia artificial a través de tres pilares de análisis; inversión, innovación e implementación. El Índice Global de IA está respaldado por 143 indicadores divididos en siete subpilares: Talento, Infraestructura, Entorno Operativo, Investigación, Desarrollo, Estrategia Gubernamental y Comercial. La propuesta mantiene los primeros cinco subpilares y utiliza uno nuevo denominado Institucionalidad que integra a las estrategias gubernamentales y comerciales. Cada pilar indicador se ha ponderado según su importancia después de consultar con expertos en el campo. Basado en esta estructura es que se identifica los factores de la siguiente manera:

- **Talento:** Se centra en la disponibilidad de profesionales capacitados para la provisión de soluciones de inteligencia artificial (Ver tabla 2).
- **Infraestructura:** Se enfoca en la confiabilidad y la escala de la infraestructura de acceso, desde electricidad e Internet hasta capacidades de supercomputación (Ver Tabla 3).
- **Entorno operativo:** Se enfoca en el contexto regulatorio y la opinión pública en torno a la inteligencia artificial (Ver Tabla 4).
- **Investigar:** Se centra en el alcance de la investigación y los investigadores especializados; investigando la cantidad de publicaciones y citas en revistas académicas creíbles (ver Tabla 5).
- **Desarrollo:** Se centra en el desarrollo de plataformas y algoritmos fundamentales sobre los que se basan los proyectos innovadores de inteligencia artificial (Ver Tabla 6).
- **Institucionalidad:** Se enfoca en la profundidad del compromiso del gobierno nacional con la inteligencia artificial; investigar los compromisos de gasto y las estrategias nacionales, así como el nivel de actividad de las startups, inversiones e iniciativas empresariales basadas en inteligencia artificial (Ver Tabla 7).

TABLA 2
Definición de Talento de IA

Talento	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Descarga total de paquetes de python	58	29	133	94	16	124	https://pypi.org/
Habilidades tecnológicas	3,9	3,7	4	4,2	4,5	3,2	http://www.mooc-maker.org/wp-content/files/WPD1.1_ESPAOL.pdf
Número de commits de github	230709	52085	235704	88663	27558	104802	https://commits.top/
Número de preguntas en stack overflow questions	982	1364	1298	1368	652	1698	https://stackoverflow.com/questions/tagged/google-bigquery/ https://cloud.google.com/blog/products/gcp/google-bigquery-public-datasets-now-include-stack-overflow-q-a
Egresados en estudios relativos a IA	N/A	30,71	38,63	N/A	31,95	39,4	Unesco
Número de usuarios en meetup de inteligencia artificial	1023	1564	1490	1643	714	1992	https://www.kaggle.com/paultimothymooney/how-to-query-the-stack-overflow-data?select=posts_answers
Profesionales en industrias relacionadas a la IA	0,00014	0,00006	0,00013	0,00026	0,00017	0,00013	Linkedin

TABLA 3
Definición de Infraestructura de IA

Infraestructura	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Cobertura 4G	100,00	96,88	94,10	95,00	100,00	99,98	https://publications.iadb.org/
Coste de macbook pro 15" 2.3ghz 512gb touch bar en moneda local/dólar	1803,12	1919,00	1776,60	1827,29	1783,22	1909,76	https://themacindex.com/
Velocidad media de bajada datos	50,76	29,70	49,64	169,96	55,26	84,65	https://www.speedtest.net/global-index
Coste medio de banda ancha en dólares	43,98	43,87	13,69	33,99	40,10	28,24	https://www.cable.co.uk/broadband/pricing/worldwide-comparison/
Porcentaje de población con acceso a internet	65,00	54,00	74,00	82,00	77,00	70,00	https://datos.bancomundial.org/
Porcentaje de población con acceso a electricidad	99,90	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	https://datos.bancomundial.org/
Penetración dispositivos móviles	1,15	0,76	1,39	1,24	1,50	1,23	https://databank.worldbank.org/Mobile-penetration-/id/5494af8e
Importación circuitos integrados (OEC) / población	1,52068479	3,11981305	3,2588296	5,07764363	2,37439549	19,9074487	https://oec.world/en/profile/hs92/integrated-circuits?redirect=true
Exportación circuitos integrados (OEC) / población	0,32847682	0,02814259	0,01572414	0,04837014	0,03223443	0,03189448	https://oec.world/en/profile/hs92/168542#trade

TABLA 4
Definición de Entorno Operativo de IA

Entorno Operativo	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Diversidad de Profesionales en SCI	37,65	41,10	53,20	34,40	49,30	N/A	UNESCO, World Bank
Coste en \$ de obtener una Visa	150	30	30	45	42	45	Distintas fuentes de Gobierno
Periodo de Estancia permitido por una VISA	1095	90	90	90	90	90	Varias fuentes de gobierno
Legislación sobre Protección de Datos	1	1	1	1	1	1	UNTCAD
Presencia del "Derecho de Explicación"	1	1	1	1	1	1	Varias fuentes de gobierno
Ranking de líderes en Datos Abiertos	52,00	N/A	47,00	40,00	56	50	Open Data Barometer
Índice Global de Ciberseguridad	73	98	94	83	51	70	ITU

TABLA 5
Definición de Actividades de Investigar de IA

Investigar	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Numero de investigadores en relación a población total	0,0086709	0,0372973	0,1177232	0,0486621	0,0696373	0,0859262	http://data.us.unesco.org/
Numero de citaciones en artículos	0,0151646	0,0124734	0,0024902	0,0759404	0,0457484	0,0409225	https://www.scimagojr.com/journallink.php?category=1702
Numero de publicaciones en Inteligencia Artificial	2002	948	1553	1802	201	13990	https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702
Posición más alta conseguida en el I4-Index	35	18	39	51	16	98	https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702
Numero de autores aceptados en conferencias de Inteligencia Artificial	5	N/A	15	15	5	19	https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702
Numero de laboratorios o equisiciones de Inteligencia Artificial	2	4	2	1	3	5	https://jgape.ai/talent-2019/
Numero de universidades ofreciendo cursos avanzados en IA	2	2	2	2	2	3	https://publicacions.iadb.org/publicacions/spanish/document/La-inteligencia-artificial-al-servicio-del-bien-social-en-América-Latina-y-el-Caribe-Panor%3A%20una-regional-e-instant%3A%20ness-de-dooe-paises.pdf
Gasto Total en Investigaciones y Desarrollo/ Población	0,25	0,44	0,54	0,36	0,48	1,26	https://publicacions.iadb.org/publicacions/spanish/document/La-inteligencia-artificial-al-servicio-del-bien-social-en-América-Latina-y-el-Caribe-Panor%3A%20una-regional-e-instant%3A%20ness-de-dooe-paises.pdf

TABLA 6
Definición de Desarrollo de IA

Desarrollo	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Commits on popular open source AI packages	21	13	23	12	5	34	GitHub
Colaboradores en plataformas de código abierto en IA	39	23	81	23	18	45	GitHub
Número de patentes de IA registradas por aplicantes	28	10	31	26	-	96	Google Big Query
Número de patentes de IA registradas por inventor	21	2	15	20	-	46	Google Big Query
Número de patentes de IA concedidas por aplicante	10	4	15	20	-	43	https://www.kaggle.com/bigquery/uspto-oc-assigment
Número de patentes de IA concedidas por inventor	9	-	4	9	-	17	https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf
Ratio de patentes aceptadas por aplicante	55.96	3.55	42.18	49.72	30.91	40.68	https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
Ratio de patentes aceptadas por inventor	0,09	0,06	0,26	0,2	0,19	0,1611	https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf

TABLA 7
Definición de Institucionalidad de IA

Institucionalidad	Colombia	Ecuador	Argentina	Chile	Uruguay	Brasil	Fuente
Crédito en impuestos para investigación y desarrollo	0,5	0,5	0,4	0,39	0,541	0,5312	Varios documentos sobre estrategias nacionales
Reportes dedicados a IA	49	44	41	51	30	53	Varios documentos sobre estrategias nacionales
Índice de Gobierno Electrónico	0,7164	0,7015	0,8279	0,8259	0,85	0,7677	UN-EGDI
Importancia de las TIC para el gobierno en su visión de Futuro	4,3330372	3,9292035	2,5816496	3,9153785	4,0907276	3,1282757	WEF Networked Readiness Index
Índice de servicios online de UN	0,8819	0,7292	0,75	0,8333	0,8889	0,9236	NNUU
Estrategias firmada por Senior Minister or Policy Maker	8	5	15	12	5	38	Varios documentos sobre estrategias nacionales
Inversiones en Start-ups de IA	10244697	25000	5760000	287638247	N/A	154363954	Crunchbase
Número de Startups de IA	25	4	25	36	6	228	Crunchbase
Inversión media en Startup de Inteligencia Artificial	409787,88	6250	230400	7989951,3	N/A	677034,89	Crunchbase
Private sector-innovation capability	35,5	32	40,5	41,3	36,4	47,8	WEF Global Competitiveness Report 2018

Luego de identificar los valores de los factores en revistas especializadas, reportes de organismos, reportes de gobierno, entidades educativas y demás fuentes secundarias; se procede a clasificarlos de manera descendente en una escala de 6 (mayor valor) al 1 (menor valor), para luego obtener un promedio por factor y país, obteniéndose el resultado de la Tabla 8.

TABLA 8
Valoración de las dimensiones de la IA

País	Talento	Infraestructura	Entorno Operativo	Investigar	Desarrollo	Institucionalidad
Brasil	6	4	3	6	6	6
Chile	4	6	1	5	3	5
Argentina	5	3	5	4	5	2
Uruguay	2	5	6	3	1	3
Colombia	3	2	4	2	4	4
Ecuador	1	1	2	1	2	1

De acuerdo a esta valoración y con el objeto de graficar la brecha existente con el líder de la región, Brasil y los demás países con notables actividades relacionadas con la IA, se evidencia que en el Ecuador las actividades son incipientes en esta temática (Ver Figura 1).

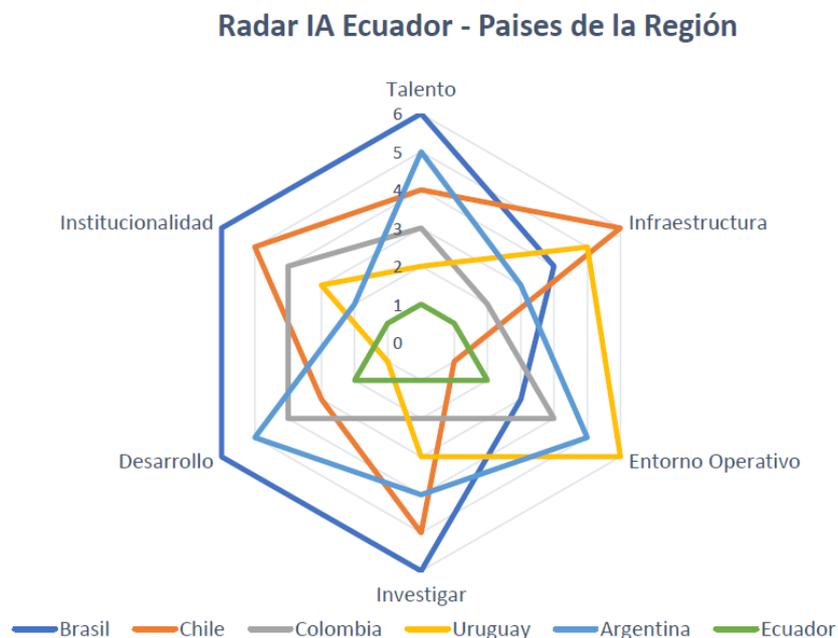


FIGURA 1
Radar de IA del Ecuador vs. países de la Región

Finalmente, y con el objeto de graficar la situación de la IA en el Ecuador en relación con los países de Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Uruguay, la figura que a continuación se presenta evidencia la poca actividad e inversión que tiene este país en el ámbito tecnológico (Ver Figura 2).

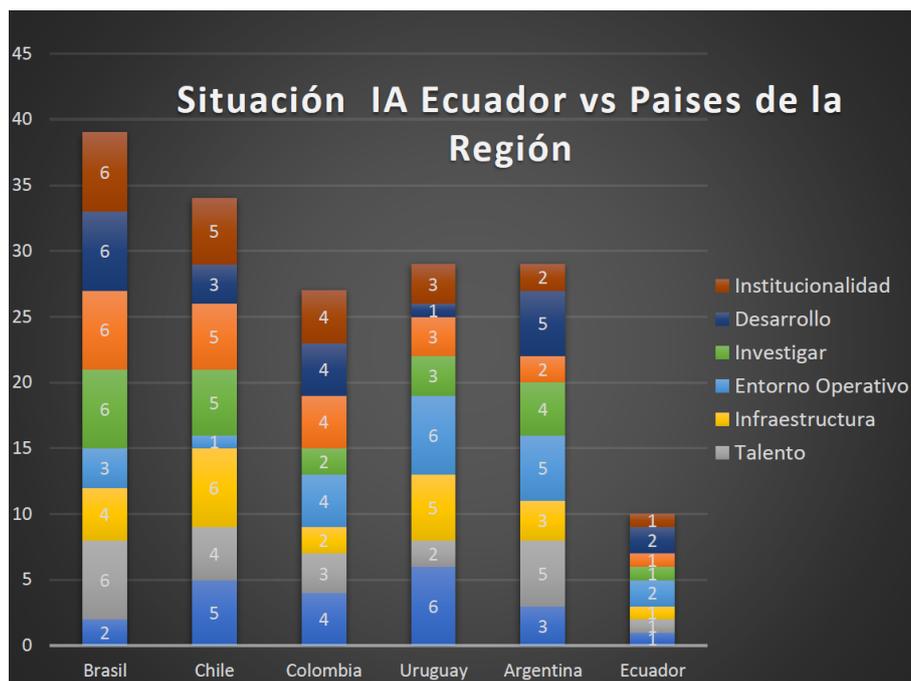


FIGURA 2
Situación de la IA del Ecuador vs países de la Región

CONCLUSIONES

Según lo sistematizado a partir de los reportes de Oxford, Stanford y Tortoise, en la región seis mercados clave son los que han incluido a la IA en sus instrumentos políticos o legislativos, a saber: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay.

En términos generales, la región no muestra grandes inversiones que fomenten la implementación y despliegue de la IA en el gobierno, la industria y la investigación, debido a la emergencia sanitaria y a las limitaciones sociales y económicas de los países latinoamericanos. Siendo esta es una desventaja según la Cepal, ya que esta es una tecnología importante y fundamental en la cuarta revolución industrial, y dada su naturaleza multipropósito, poder exponencial y capacidad predictiva podría ser una herramienta importante para abordar diversos desafíos que afectan el desarrollo de la región.

La situación del ecosistema de la IA en Ecuador respecto con el líder de la región, Brasil y los demás países con notables actividades relacionadas con la IA, muestra que las actividades son incipientes en esta temática.

De las seis dimensiones evaluadas el Ecuador se muestra niveles con un mínimo desarrollo en cinco de estas, que son: talento, infraestructura, entorno operativo, investigar e institucionalidad; con un impacto en diez indicadores con valores aceptables de los cuarenta y nueve evaluados, siendo estos: Número de preguntas en Stack Overflow Questions, Cobertura 4G, Diversidad de Profesionales en SCI, Coste en USD\$ de obtener una Visa, Periodo de Estancia permitido por una VISA, Legislación sobre Protección de Datos, Presencia del "Derecho de Explicación", Número de laboratorios o Equivalentes de Inteligencia Artificial, Número de Universidades ofreciendo cursos avanzados en IA, e Importancia de las TIC para el Gobierno en su visión de Futuro.

No obstante, en algunos indicadores de desarrollo o institucionalidad se encuentran valores importantes para el desempeño del país frente a los líderes de la región (citaciones, laboratorios o esquemas regulatorios).

Finalmente, en el conjunto del ecosistema digital la situación de los subpilares revisados es comparativamente baja frente los demás países, sobre todo en aspectos de patentes o start ups, aspectos que

merecen atención en una perspectiva de gestión por el conjunto de los actores del ecosistema. Por lo expuesto, se requiere de una política pública que se enfoque en el ecosistema digital como medio de desarrollo del ecosistema de IA, que beneficie al menos las seis dimensiones propuestas en la metodología presentada y sus indicadores.

REFERENCIAS

- Accenture (24 de junio de 2022) *El arte de la madurez de la IA: de la práctica a los resultados*. <https://www.accenture.com/es-es/insights/artificial-intelligence/ai-maturity-and-transformation>
- Alekseeva, L., Azar, J., Gine, M., Samila, S., & Taska, B. (2019) The Demand for AI Skills in the Labor Market. *Labour Economics, Forthcoming*, 1-60.
- BID (2020) *Inteligencia artificial Gran oportunidad del siglo XXI*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cañado, N. (2022) La inteligencia artificial aplicada al C2. *Revista General de Marina*, 282, 521-526.
- Castro, D., McLaughlin, M., y Chivot, E. (2019) *Who Is Winning the AI Race: China, the EU or the United States? – Center for Data Innovation*. <https://datainnovation.org/2019/08/who-is-winning-the-ai-race-china-the-eu-or-the-united-states/>
- Cepal (20 de noviembre de 2021) Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Cumbre de Inteligencia Artificial en América Latina*: <https://www.cepal.org/es/notas/cumbre-inteligencia-artificial-america-latina>
- Diario Popular (2021) *La Unesco crea marco ético y político para la Inteligencia Artificial*. <https://www.diariopopular.com.ar/tecnologia/la-unesco-crea-marco-etico-y-politico-la-inteligencia-artificial-n601417>
- ECB (2022) *El Banco Central Europeo*. <https://www.ecb.europa.eu/ecb/html/index.es.html>
- Ekholm, B. y Rockström, J. (2019) *Digital technology can cut global emissions by 15%. Here's how*. Cologne: Foro Económico Mundial.
- European Commission (28 de septiembre de 2022) *Liability Rules for Artificial Intelligence*. https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/doing-business-eu/contract-rules/digital-contracts/liability-rules-artificial-intelligence_en
- Fouriner Guimbao, J. (13 de julio de 2021) *Inteligencia artificial: una carrera hacia un futuro tecnológico*. Documento de Opinión IEEE 89/2021: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2021/DIEEEO89_2021_JO_AFOU_Inteligencia.pdf
- Gartner (2021) Top Strategic Technology Trends for 2022 12. *Trends Shaping the Future of Digital Business*. Stanford: Gartner.
- Gartner (21 de septiembre de 2021) *Las 4 tendencias que prevalecen en el Hype Cycle de Gartner para la IA*. <https://www.gartner.com/en/articles/the-4-trends-that-prevail-on-the-gartner-hype-cycle-for-ai-2021>
- Gómez Mont, C., del Pozo, C. M., Martínez Pinto, C., y Martín del Campo Alcocer, A. V. (2020) *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe: Panorámica regional e instantáneas de doce países*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002393>
- iProUP (2020) *Inteligencia artificial, clave en el eCommerce: este es su impacto*. <https://www.iproup.com/innovacion/11879-inteligencia-artificial-clave-en-el-ecommerce-este-es-su-impacto17>
- Knudsen, M. y Kaivo-Oja, J. (2020) Collaborative Robots: Frontiers of Current Literature. *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*, 13-20.
- Kotis, K. (febrero de 2021) Artificial general intelligence and creative economy. *Academia Letters*, Article 260. https://www.academia.edu/45075226/Artificial_General_Intelligence_and_Creative_Economy
- Lane, M. y Saint-Martin, A. (2021) The impact of Artificial Intelligence on the labour market: What do we know so far? *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 256, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/7c895724-en>.

- Market Research Future (2022) *AI in social media market size, growth and forecast 2020 –2030*. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/ai-in-social-media-market-6089>
- Martínez, C. (24 de enero de 2018) *Investigación descriptiva: definición, tipos y características*. <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- McCarthy, J. (2007) *What is Artificial Intelligence?* Recuperado el 06 de 2021, de Computer Science Department. Stanford University: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- Osman, M. (2019) *Estadísticas de Ecommerce para 2019 - Chatbots, Voz, Omni-Channel Marketing*. <https://kinsta.com/es/blog/estadisticas-ecommerce/>
- Oxford Insights (2021) *Government AI Readiness Index 2021*. <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index2021>
- Parlamento Europeo (2021) *Proyecto de informe sobre la Inteligencia Artificial en la Era Digital (2020/2266(INI))* Bruselas: Parlamento Europeo 2019-2024.
- Purdy, M., y Daugherty, P. (2017) *How AI industry profits and innovation boosts*. https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/36dc7f76cab444cab6a7f44017cc3997.pdf
- Rao, A., y Verwei, G. (2017) *Sizing the prize What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?* PWC. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
- Stanford University (2021) *The AI Index Report 2022 – Artificial Intelligence Index*. <https://aiindex.stanford.edu/ai-index-report-2022/>
- Statista (2022) *Total global AI investment 2015-2021*. <https://www.statista.com/statistics/941137/ai-investment-and-funding-worldwide/>
- TMG (2020) *Repaso de las políticas y desarrollos latinoamericanos sobre inteligencia artificial*. Virginia: Telecommunications Management Group, Inc.
- Tortoise (2019) *Tortoise*. <https://www.tortoisemedia.com/>
- Viewnext (2019) *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la actualidad*. <https://www.viewnext.com/inteligencia-artificial-aplicaciones/>
- World Economic Forum (2019) *Digital technology can cut global emissions by 15%. Here's how*. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action/>
- World Economic Forum (2020) *Jobs of Tomorrow Mapping Opportunity in the New Economy*. Geneva: World Economic Forum.