

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AMÉRICA LATINA. REFLEXIONES DESDE MÉXICO Y ECUADOR

Coordinadores:
OSCAR LOZANO CARILLO
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ



**Inteligencia artificial para América Latina.
Reflexiones desde México y Ecuador**

Primera edición, marzo 2025

Coordinación general del trabajo:

Oscar Lozano Carrillo
Alfredo Garibay Suárez

Integración editorial y digital primera fase

Aylin Torres Ramírez
(Maestra en Administración)

Marlene Atenea Grimaldo Ramírez
(Estudiante de la Licenciatura en Administración UAM-A)

Diseño de portada (*imagen asistida por inteligencia artificial*)

Brenda Itzelh García Serrano
(Diseñadora de la Comunicación Gráfica)

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego
(*peer review*)

Editado por:

**Red Mexicana de Investigadores
en Estudios Organizacionales (REMINEO), A.C.**

América 126-A int. 202, Col. Parque San Andrés,
Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04040

ISBN: 978-607-8049-13-4

El contenido, las opiniones y la originalidad de los artículos publicados en este libro son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de los coordinadores, del editor o de los avales académicos.

Editado en México.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AMÉRICA LATINA. REFLEXIONES DESDE MÉXICO Y ECUADOR

Coordinación general del trabajo:

Oscar Lozano Carrillo
Alfredo Garibay Suárez

Red Mexicana de Investigadores en Estudios
Organizacionales A.C. (REMINEO)



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
OSCAR LOZANO CARRILLO ALFREDO GARIBAY SUÁREZ	
 CAPÍTULO I	
HACIA UN FUTURO ÉTICO E INNOVADOR: LA LICENCIATURA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE LA UAM AZCAPOTZALCO COMO IMPULSOR PARA EL DESARROLLO REGIONAL Y GLOBAL.....	13
RAFAEL ESCARELA PÉREZ OSCAR LOZANO CARRILLO RAFAEL ANGELES GARCÍA	
 CAPÍTULO II	
REVOLUCIÓN EN CIBER SEGURIDAD: CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA TRANSFORMA AUDITORÍAS Y SEGURIDAD EN AMÉRICA LATINA	31
ALFREDO ENRIQUE ARRESE VILCHE DIANA A. CHIQUITO-PEÑARANDA	
 CAPÍTULO III	
USO DE ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA OPTIMIZAR LA DERIVACIÓN HOSPITALARIA Y AMBULATORIA EN PACIENTES CON COVID-19	55
DOUGLAS ITURBURU SALVADOR LORENZO CEVALLOS TORRES	

CAPÍTULO IV

**ESTRATEGIA TECNOLÓGICA EN LA ADMINISTRACIÓN
DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTAL: ENFOQUE
EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL..... 75**

GRACE VITERI GUZMÁN
FRANCISCO CEDEÑO TROYA

CAPÍTULO V

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: MÁS ALLÁ DE
ALGORITMOS Y CREATIVIDAD HUMANA EN EL PROCESO DE
APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN..... 95**

XIOMARA BASTARDO CONTRERAS
SEDOLFO CARRASQUERO FERRER

CAPÍTULO VI

**DESAFÍOS Y LIMITACIONES DE LA
INTEGRACIÓN DE LA IA EN LA EDUCACIÓN..... 111**

NAYADE VANESSA DOMENECH POLO
WASHINGTON ROLANDO VILLAVICENCIO
SEDOLFO CARRASQUERO FERRER
MARISELA GIRALDO DE LÓPEZ

CAPÍTULO VII

**ÉTICA EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DESAFÍOS
Y SOLUCIONES PARA UN DESARROLLO RESPONSABLE..... 125**

MARTHA GUERRERO CARRASCO
MARÍA MITE ALBAN
PAMELA RIVAS GUERRERO
ERICK MUÑOZ ALVARADO

CAPÍTULO VIII

**IA Y LA INDUSTRIA 4.0: CLAVES PARA LA
COMPETITIVIDAD GLOBAL DE AMÉRICA LATINA 137**

CINTHIA NOEMI ZACATENCO ARELLANO

CAPITULO IX

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO MOTOR DE INNOVACIÓN
EN EL DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO DE AMÉRICA LATINA 159**

EMILY NICOLE SILVA ESCAMILLA

CAPÍTULO X

**SESGOS COGNITIVOS, ¿DE LOS SERES HUMANOS
A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL? 183**

JONATAN GARCÍA CAMPOS

CAPITULO XI

**AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL DEPORTE:
¿INNOVACIÓN O DOPAJE? 203**

MARLENE ATENEA GRIMALDO RAMÍREZ

CAPÍTULO XII

PRESENTE DE LA IA, ¿PERO Y EL FUTURO? 223

VÍCTOR DANIEL SANTOS HORTELANO

CAPÍTULO XIII

**OPTIMIZACIÓN DEL ACCESO ENERGÉTICO EN AMÉRICA
LATINA MEDIANTE IA: EL CASO DE ECUADOR..... 239**

ALEJANDRA JARAMILLO RODRIGUEZ

CAPÍTULO XIV

**IA GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR:
AGENDA Y ESTUDIOS PARA AMÉRICA LATINA EN
LA RELACIÓN BILATERAL DE ECUADOR Y MÉXICO 269**

DR. ALFREDO GARIBAY SUÁREZ

DR. OSCAR LOZANO CARRILLO

CAPÍTULO XV

LA COINTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA INTELIGENCIA EMOCIONAL EN AMÉRICA LATINA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES 295

EDGAR ALFONSO SANORES GUERRERO
YADIRA ZAVALA OSORIO

CAPÍTULO XVI

ENTRE BRECHAS Y LIDERAZGOS: UN ANÁLISIS INTEGRAL DEL ÍNDICE LATINOAMERICANO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (ILIA) 2024 317

AYLIN TORRES RAMÍREZ

CAPÍTULO XVII

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MARKETING DIGITAL 333

LUCI CRISTINA SALAS NARVÁEZ
MARÍA TERESA MITE ALBÁN
DIANA MARÍA LÓPEZ ÁLVAREZ
NINOSKA DEL ROCÍO MARTINEZ NARANJO

CAPÍTULO XVIII

EL IMPACTO DE LAS TRANSFERENCIAS SOCIALES SIN CONTRAPRESTACIÓN EN MÉXICO: COMPORTAMIENTO, PRODUCCIÓN Y SUSTENTABILIDAD EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL 353

JORGE ALBERTO ROSAS CASTRO
GABRIELA CAMACHO DEONICIO

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI, redefiniendo industrias, economías y sociedades. Su impacto se extiende desde la automatización de tareas rutinarias hasta la resolución de problemas complejos que antes parecían insuperables. A continuación, se destacan algunos de los aspectos más relevantes que la IA ha generado a nivel global:

AVANCES EN LA MEDICINA Y LA SALUD

La IA ha revolucionado el sector de la salud mediante el desarrollo de herramientas de diagnóstico temprano, personalización de tratamientos y optimización de la gestión hospitalaria. Por ejemplo, algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) son capaces de analizar imágenes médicas, como radiografías y resonancias magnéticas, con una precisión que rivaliza con la de los especialistas humanos. Además, la IA ha acelerado la investigación de nuevos medicamentos, reduciendo el tiempo y los costos asociados con el descubrimiento de fármacos.

TRANSFORMACIÓN DE LA INDUSTRIA Y LA MANUFACTURA

En el ámbito industrial, la IA ha permitido la automatización de procesos, mejorando la eficiencia y reduciendo errores. Los sistemas de visión artificial, por ejemplo, son utilizados para inspeccionar productos en líneas de producción, mientras que los robots colaborativos (cobots) trabajan junto a los humanos para optimizar tareas repetitivas. Esto ha llevado a un aumento en la productividad y a la creación de nuevos modelos de negocio.

IMPACTO EN LA ECONOMÍA Y EL EMPLEO

La IA está reconfigurando el mercado laboral. Si bien ha generado preocupaciones sobre la pérdida de empleos debido a la automatización, también ha creado nuevas oportunidades en campos como la ciencia de datos, el desarrollo de software y la gestión de sistemas inteligentes. Además, ha impulsado la economía digital, facilitando el surgimiento de empresas tecnológicas que ofrecen soluciones innovadoras.

MEJORA EN LA EDUCACIÓN Y EL APRENDIZAJE

La IA ha transformado la educación al personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales de los estudiantes. Plataformas educativas utilizan algoritmos para adaptar contenidos y evaluar el progreso de los alumnos en tiempo real. Además, herramientas como los tutores virtuales y los sistemas de traducción automática han democratizado el acceso al conocimiento.

CONTRIBUCIONES A LA SOSTENIBILIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

La IA está desempeñando un papel crucial en la lucha contra el cambio climático. Sistemas inteligentes son utilizados para optimizar el consumo de energía, predecir patrones climáticos y gestionar recursos naturales. Por ejemplo, en la agricultura, la IA ayuda a maximizar el rendimiento de los cultivos mientras se minimiza el uso de agua y fertilizantes.

INNOVACIÓN EN EL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD

Los vehículos autónomos, impulsados por IA, prometen revolucionar el transporte, reduciendo accidentes y mejorando la eficiencia en las ciudades. Además, sistemas de gestión de tráfico inteligente están ayudando a reducir la congestión y las emisiones de carbono.

DESARROLLO DE CIUDADES INTELIGENTES

La IA es un pilar fundamental en la construcción de ciudades inteligentes (smart cities), donde se utilizan sensores y sistemas de análisis de datos para

mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Esto incluye la gestión inteligente de residuos, el monitoreo de la calidad del aire y la optimización del alumbrado público.

AVANCES EN LA COMUNICACIÓN Y EL ENTRETENIMIENTO

La IA ha transformado la forma en que nos comunicamos y consumimos contenido. Asistentes virtuales como Siri, Alexa y Google Assistant han facilitado la interacción con dispositivos tecnológicos, mientras que plataformas de streaming utilizan algoritmos de recomendación para personalizar la experiencia del usuario.

En lo que respecta a América Latina la revolución de la inteligencia artificial también se ha manifestado con fuerza. Aunque la región enfrenta desafíos únicos, como la brecha digital y la falta de infraestructura tecnológica en algunas áreas, también ha demostrado un gran potencial para adoptar y desarrollar soluciones basadas en IA, como por ejemplo en la agricultura es uno de los sectores más importantes en América Latina, y la IA está ayudando a modernizarlo. En países como Brasil, Argentina y Colombia, se utilizan drones y sensores para monitorear cultivos, predecir plagas y optimizar el uso de recursos. Esto no solo aumenta la productividad, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental; en ámbito de la salud países con áreas rurales de difícil acceso, la telemedicina y los sistemas de diagnóstico asistido por IA están ayudando a llevar servicios de salud a poblaciones remotas.

En Latinoamérica por ejemplo, la IA está ayudando a cerrar la brecha educativa, con plataformas como Duolingo, que utiliza algoritmos de aprendizaje automático, están siendo utilizadas para enseñar idiomas a millones de personas en la región. Además, gobiernos y organizaciones están implementando programas que utilizan IA para mejorar la calidad de la educación en zonas marginadas y en cuanto a finanzas América Latina ya es líder en innovación, y la IA está impulsando el crecimiento del sector fintech. Empresas como Nubank (Brasil) y Ualá (Argentina) utilizan algoritmos de IA para ofrecer servicios bancarios personalizados y accesibles a personas que tradicionalmente han estado excluidas del sistema financiero.

Países como México y Colombia, la IA está siendo utilizada para mejorar la seguridad pública. Sistemas de reconocimiento facial y análisis predictivo están ayudando a las fuerzas policiales a prevenir crímenes y resolver casos

más rápidamente. Además, la IA está siendo utilizada en el sistema judicial para agilizar procesos y reducir la carga de trabajo, pero además en temas de energía y cuidado del ambiente, la IA está ayudando a América Latina a avanzar hacia un futuro más sostenible. En países como Chile, se utilizan sistemas inteligentes para gestionar la producción de energía solar y eólica, maximizando su eficiencia. Además, la IA está siendo utilizada para monitorear y proteger la biodiversidad en la Amazonía y otras áreas críticas.

La IA también está teniendo un impacto en la cultura y las industrias creativas de América Latina. Artistas y músicos están utilizando herramientas de IA para crear obras innovadoras, mientras que plataformas de streaming están promoviendo el contenido regional a nivel global, en cuanto al deporte los avances globales favorecen también a la región, por ejemplo en torno a la regulación que se vuelve altamente indispensable para cuestiones del dopaje o la innovación, aspectos que cada día irán siendo mejorados y atendidos mediante la IA. A pesar de los avances, América Latina enfrenta desafíos significativos en la adopción de la IA. La falta de inversión en investigación y desarrollo, la escasez de talento especializado y las desigualdades socioeconómicas son obstáculos que deben superarse. Sin embargo, la región tiene la oportunidad de convertirse en un líder en el desarrollo de soluciones de IA que aborden problemas locales, como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático.

La inteligencia artificial es una fuerza transformadora que está redefiniendo el mundo en el que vivimos. Desde la medicina hasta la agricultura, pasando por la educación y la sostenibilidad, sus aplicaciones son vastas y prometedoras. En América Latina, la IA ofrece una oportunidad única para impulsar el desarrollo económico y social, siempre y cuando se aborden los desafíos existentes con políticas adecuadas y una visión a largo plazo. La clave para aprovechar al máximo el potencial de la IA radica en la colaboración entre gobiernos, empresas, academia y sociedad civil. Solo trabajando juntos podremos garantizar que los beneficios de esta tecnología lleguen a todos los rincones del planeta, incluyendo a las comunidades más vulnerables de América Latina.

OSCAR LOZANO CARRILLO
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ

CAPÍTULO I

HACIA UN FUTURO ÉTICO E INNOVADOR: LA LICENCIATURA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE LA UAM AZCAPOTZALCO COMO IMPULSOR PARA EL DESARROLLO REGIONAL Y GLOBAL

RAFAEL ESCARELA PÉREZ¹
OSCAR LOZANO CARRILLO²
RAFAEL ANGELES GARCÍA³

Descargo de responsabilidad:

Este artículo fue generado con el apoyo de ChatGPT, suministrando la información relevante que se presentó ante el Colegio Académico de la Universidad Autónoma Metropolitana.

CONTEXTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN AMÉRICA LATINA

La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una de las disciplinas más influyentes en el siglo XXI, transformando industrias, redefiniendo la economía global y planteando nuevas preguntas éticas y sociales. En América

¹ Departamento de Energía. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

² Profesor-Investigador, del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Dirige el Laboratorio de Inteligencia Artificial UAM Azcapotzalco.

³ Asesor, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Latina, este fenómeno no ha pasado desapercibido, aunque la región enfrenta desafíos únicos en su adopción, desarrollo e implementación.

EL ESTADO ACTUAL DE LA IA EN AMÉRICA LATINA

América Latina está comenzando a consolidar su presencia en el panorama global de la IA. Países como Brasil, México, Argentina y Colombia lideran esfuerzos en la investigación y desarrollo, con universidades, centros de investigación y startups que están generando soluciones innovadoras para problemas locales. No obstante, la región aún enfrenta limitaciones significativas, como:

- **Falta de talento especializado:** La región carece de suficientes profesionales capacitados en áreas clave de la IA, como aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural y visión por computadora.
- **Desigualdades tecnológicas:** Existe una brecha tecnológica considerable entre países y regiones dentro de los mismos países, lo que dificulta el acceso equitativo a la IA.
- **Inversión limitada en I+D:** Aunque hay un crecimiento en la inversión, aún es insuficiente comparado con otras regiones como Europa, Asia o Norteamérica.

El potencial transformador de la IA en la región

A pesar de estos desafíos, la IA presenta un enorme potencial para abordar problemas específicos de América Latina:

- **Sistemas de salud:** Aplicaciones en diagnóstico médico, gestión hospitalaria y personalización de tratamientos.
- **Educación:** Plataformas adaptativas que reduzcan las tasas de abandono escolar y mejoren el aprendizaje en contextos diversos.
- **Agricultura:** Optimización de cultivos a través de análisis predictivo y monitoreo basado en sensores.
- **Ciudades inteligentes:** Mejoras en transporte, energía y gestión de residuos.

- **Inclusión financiera:** Ampliación del acceso a servicios bancarios mediante tecnologías basadas en IA.

LA NECESIDAD DE FORMACIÓN ACADÉMICA EN IA

Para que América Latina pueda capitalizar las oportunidades de la IA, es crucial desarrollar talento humano capacitado. Las universidades tienen un papel central en este esfuerzo, al formar profesionales con habilidades técnicas sólidas, pensamiento crítico y un entendimiento profundo de los retos éticos y sociales asociados a esta tecnología.

En este contexto, la creación de la Licenciatura en Inteligencia Artificial en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, representa un paso decisivo. Este programa, único en su tipo, no solo responde a las demandas del mercado laboral, sino que está diseñado para ser apoyado por las tres divisiones académicas de la unidad: Ciencias Básicas e Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencias y Artes para el Diseño. Este enfoque interdisciplinario asegura que los egresados cuenten con una formación integral que aborde tanto los aspectos técnicos de la IA como sus implicaciones sociales, éticas y de diseño.

Conclusión del contexto

La IA no es solo una tecnología, sino una fuerza transformadora que redefine las reglas del juego en todos los sectores. América Latina tiene el potencial de convertirse en un líder regional en el uso de IA para resolver problemas específicos de su entorno. La Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco, con el respaldo de sus tres divisiones académicas, representa una iniciativa visionaria para formar profesionales capaces de enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades que esta tecnología ofrece en beneficio de la sociedad y la economía regional.

MOTIVACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Licenciatura en Inteligencia Artificial (IA) que está en proceso de aprobación en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, nace de la identificación de múltiples necesidades académicas, sociales y tecnológicas tanto a nivel local como global. Este programa responde a una visión estratégica para preparar a una nueva generación de profesionales capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI y contribuir al desarrollo sostenible de la región y del país.

Razones académicas: Hacia una formación interdisciplinaria

El diseño de la licenciatura está fundamentado en la creciente necesidad de enfoques interdisciplinarios en la formación profesional. En un campo como la IA, donde confluyen disciplinas como la ingeniería, las matemáticas, las ciencias sociales y el diseño, es esencial preparar a los estudiantes para abordar problemas desde múltiples perspectivas.

La UAM Azcapotzalco, con sus tres divisiones académicas –Ciencias Básicas e Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencias y Artes para el Diseño–, está en una posición única para ofrecer un programa que combine habilidades técnicas avanzadas con un entendimiento profundo de los impactos sociales, éticos y culturales de la IA. Esta estructura interdisciplinaria permite que los estudiantes no solo desarrollen competencias técnicas, sino que también comprendan cómo diseñar soluciones que sean éticamente responsables y culturalmente relevantes.

Razones científicas: Impulsar la innovación y la investigación

La IA se encuentra en el corazón de muchas de las innovaciones científicas actuales. Desde la biotecnología hasta la física computacional, los avances en algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos están redefiniendo los límites del conocimiento humano. Sin embargo, en México y América Latina, existe una carencia de programas que formen a investigadores especializados en IA, lo que limita la capacidad de la región para contribuir a estos avances globales.

La creación de esta licenciatura tiene como objetivo cerrar esta brecha, al preparar a estudiantes con una sólida base científica que les permita no solo comprender las tecnologías actuales, sino también contribuir al desarrollo de nuevas soluciones y al avance del conocimiento en IA. Este enfoque se alinea con la misión de la UAM de fomentar la investigación de frontera y la innovación tecnológica.

Razones sociales: Responder a las necesidades de México y América Latina

En un contexto de desigualdad y desarrollo desigual, la IA tiene el potencial de convertirse en una herramienta transformadora para abordar problemas sociales apremiantes. Desde la mejora de los sistemas de salud y educación hasta la optimización de la agricultura y el transporte, las aplicaciones de la IA pueden contribuir significativamente al desarrollo sostenible de México y América Latina.

La Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco está diseñada con un fuerte énfasis en resolver problemas relevantes para el contexto latinoamericano. Esto incluye formar a los estudiantes para diseñar soluciones que sean inclusivas y adaptadas a las necesidades locales, mientras se promueve una visión ética que priorice el bienestar social y ambiental.

Razones laborales: Abordar la demanda de talento especializado

El mercado laboral global experimenta una demanda creciente de profesionales especializados en IA, y México no es la excepción. Según estimaciones recientes, las empresas en todos los sectores, desde tecnología y manufactura hasta servicios financieros, buscan expertos en IA para liderar procesos de transformación digital y competitividad.

Esta licenciatura busca formar egresados que estén preparados para ocupar posiciones clave en el sector industrial, gubernamental y académico, asegurando que México tenga el talento necesario para aprovechar las oportunidades que ofrece la economía basada en datos y tecnologías inteligentes.

Un proyecto estratégico con impacto a largo plazo

La creación de la Licenciatura en Inteligencia Artificial en la UAM Azcapotzalco no es solo una respuesta a las demandas inmediatas, sino un proyecto estratégico a largo plazo. Con el respaldo de sus tres divisiones académicas y un enfoque integral, este programa tiene el potencial de posicionar a la universidad como líder nacional en formación en IA y contribuir al avance del conocimiento y la tecnología en México y América Latina.

Conclusión del punto

En un mundo cada vez más impulsado por la tecnología, la creación de esta licenciatura refleja el compromiso de la UAM Azcapotzalco con la formación de profesionales que no solo entiendan la IA desde el punto de vista técnico, sino que también estén preparados para liderar su desarrollo e implementación en beneficio de la sociedad. Este esfuerzo responde a las demandas del presente, pero, sobre todo, mira hacia un futuro en el que la inteligencia artificial desempeñará un papel central en la vida humana y el progreso global.

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios de la licenciatura está organizado en torno a tres grandes áreas de conocimiento, respaldadas por las divisiones académicas de la UAM Azcapotzalco:

- **Línea Teórica Conceptual:** Propone adquirir conocimientos básicos sobre inteligencia artificial (IA), reflexionar sobre sus principales corrientes de pensamiento en torno a su desarrollo y control, y analizar críticamente su impacto en problemas sociales, culturales y productivos mediante debates y propuestas de solución. Asimismo, busca una comprensión holística de la IA, considerando su interacción con el contexto humano, fomentando actitudes solidarias y valorando la interdependencia socioeconómica, política y el patrimonio cultural.
- **Línea Ética-Humanista:** Analizar problemáticas éticas vinculadas a los derechos humanos y la diversidad cultural, promoviendo propuestas con perspectiva de género, inclusión y respeto a la dignidad humana. Destaca el valor del humanismo en la práctica profesional de la

inteligencia artificial (IA), subrayando que la eficiencia técnica debe enfocarse en mejorar la calidad de vida, la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. Además, resalta la necesidad de conocer y aplicar referentes éticos y profesionales en IA, priorizando el impacto en problemáticas locales y globales, con responsabilidad hacia las demandas de la sociedad mexicana.

- Línea Desarrollo de Proyectos: Integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en la Licenciatura en Inteligencia Artificial, asegurando su aplicación constante en cada trimestre. Promueve la identificación interdisciplinaria de problemáticas con flexibilidad ante cambios e incertidumbre, el aprendizaje basado en proyectos y el diseño de soluciones mediante el uso eficiente de información. Además, enfatiza el desarrollo de proyectos desde la conceptualización hasta la implementación con IA y la capacidad de evaluar y retroalimentar continuamente para alcanzar los objetivos planteados.
- Línea de Gestión Aplicada a Proyectos: Aprendizaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores para gestionar proyectos éticos, creativos e innovadores en distintos sectores de la sociedad, con un enfoque interdisciplinario, multidisciplinario y transdisciplinario. También destaca la gestión aplicada y ejecutiva de proyectos basados en inteligencia artificial, integrando una comprensión estructural y global de los fenómenos estudiados.
- Línea Tecnológica: Que el alumnado adquiera competencias técnicas y tecnológicas para abordar problemáticas de diseño de manera interdisciplinaria, valorando las variables del proyecto y comunicándose eficazmente con especialistas. Además, busca enseñar los fundamentos de la innovación tecnológica, incluyendo su análisis, adopción y evaluación, así como estrategias para impulsarla dentro del desarrollo sustentable, involucrando activamente a las personas usuarias en el proceso. Finalmente, promueve la formación de personas innovadoras capaces de crear modelos, métodos y herramientas colaborativas que fomenten mejoras integrales con beneficios sociales.
- Línea Diseño Estratégico y Sistémico: Que el alumnado desarrolle un pensamiento sistémico para analizar problemas, habilidades para crear escenarios futuros de diseño y visualización de información, y conocimientos para generar metodologías adaptables a proyectos in-

terdisciplinarios complejos, facilitando el cambio, la retroalimentación y la comunicación continua en tiempo real.

Metodología Pedagógica

El enfoque pedagógico de la licenciatura combina teoría, práctica y experiencia interdisciplinaria. Algunos de los elementos clave incluyen:

- **Aprendizaje basado en proyectos (ABP):** Los estudiantes trabajan en proyectos reales desde los primeros trimestres, lo que les permite aplicar los conocimientos adquiridos en problemas concretos y significativos.
- **Laboratorios y talleres especializados:** Espacios equipados con tecnología avanzada, como computación de alto rendimiento, herramientas de aprendizaje automático y simuladores.
- **Vinculación con la industria y el sector público:** A través de prácticas profesionales, estancias en empresas tecnológicas y participación en proyectos gubernamentales.
- **Intercambio académico:** Convenios internacionales para que los estudiantes tengan la oportunidad de aprender de expertos en IA en otras universidades y centros de investigación.

Competencias Clave de los Egresados

El programa académico está diseñado para que los egresados de la licenciatura posean competencias fundamentales en tres dimensiones:

1. Técnica:

- Dominio de algoritmos, modelos y herramientas de IA.
- Capacidad para diseñar, desarrollar e implementar soluciones basadas en IA.
- Habilidad para gestionar grandes volúmenes de datos e interpretar resultados de modelos.

2. Ética y crítica:

- Comprensión de los dilemas éticos asociados con la IA.

- Capacidad para evaluar los impactos sociales de las tecnologías desarrolladas.
- Compromiso con la creación de soluciones inclusivas y responsables.

3. Creatividad e innovación:

- Desarrollo de soluciones innovadoras para problemas complejos.
- Integración de enfoques de diseño en el desarrollo de tecnologías.
- Capacidad para liderar equipos multidisciplinarios en proyectos tecnológicos.

Innovaciones en el Programa

Algunas características distintivas de la Licenciatura en Inteligencia Artificial incluyen:

Modelo trimestral de enseñanza semipresencial: El modelo combina la enseñanza presencial con herramientas digitales, integrando lo mejor de ambos mundos. Permite flexibilidad en el aprendizaje, acceso a recursos en línea y actividades prácticas en el aula. Fomenta la autonomía del estudiante y la interacción colaborativa.

- **Enfoque en problemas locales y globales:** El plan de estudios incorpora retos específicos del contexto mexicano y latinoamericano, como inclusión financiera, agricultura sostenible y acceso a la salud.
- **Formación en ética y responsabilidad social:** Los egresados no solo serán expertos técnicos, sino también agentes de cambio conscientes del impacto de la IA en la sociedad.
- **Adaptabilidad al futuro:** El programa está diseñado para evolucionar conforme surgen nuevos avances en la IA, asegurando que los egresados estén siempre preparados para enfrentar los retos del futuro.

Conclusión del diseño

El diseño del programa académico de la Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco representa una apuesta por la formación inte-

gral de los estudiantes, combinando excelencia técnica, sensibilidad ética y creatividad innovadora. Este enfoque permitirá a los egresados no solo integrarse con éxito en el mercado laboral, sino también liderar el desarrollo y la implementación de tecnologías de IA que transformen positivamente su entorno y contribuyan al progreso de México y América Latina.

IMPACTO ESPERADO DE LA LICENCIATURA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Licenciatura en Inteligencia Artificial (IA) de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, se proyecta como un programa con un impacto significativo en diversas dimensiones: local, nacional e internacional. Este impacto se extiende a los ámbitos académico, social, económico y tecnológico, posicionando a la UAM como una institución líder en la formación de profesionales en IA y en la generación de conocimiento relevante para la región.

Impacto local: Contribución al entorno cercano

En el contexto inmediato de la Ciudad de México y sus alrededores, la licenciatura se perfila como un motor de desarrollo académico y económico. Algunos de los impactos previstos incluyen:

- **Fortalecimiento del talento regional:** La licenciatura permitirá que jóvenes de la región accedan a una formación de alta calidad en un campo de vanguardia, reduciendo la necesidad de buscar educación especializada en el extranjero o en otras partes del país.
- **Vinculación con el sector productivo:** A través de convenios con empresas locales y organizaciones públicas, los estudiantes tendrán la oportunidad de participar en proyectos que aborden problemas específicos del entorno, como la movilidad urbana, la gestión de recursos energéticos y la digitalización de servicios públicos.
- **Creación de un ecosistema tecnológico:** La licenciatura promoverá la creación de startups y proyectos de innovación que generen empleo y potencien el desarrollo tecnológico de la región.

Impacto nacional: Respuesta a necesidades estratégicas

En el ámbito nacional, la licenciatura responde a desafíos clave que enfrenta México en su camino hacia una economía basada en el conocimiento:

- **Formación de líderes en IA:** La licenciatura formará profesionales capaces de liderar iniciativas en sectores estratégicos como la manufactura avanzada, la agricultura de precisión, la ciberseguridad y la educación personalizada.
- **Reducción de la dependencia tecnológica:** Al fomentar la investigación y el desarrollo local, el programa contribuirá a reducir la dependencia de tecnologías importadas, fortaleciendo la soberanía tecnológica de México.
- **Promoción de la inclusión y la equidad:** Con un enfoque en la aplicación ética de la IA, los egresados estarán capacitados para desarrollar soluciones inclusivas que atiendan las necesidades de comunidades marginadas y grupos vulnerables.

Impacto internacional: Posicionamiento de México en el panorama global

En un mundo cada vez más globalizado, la licenciatura tiene el potencial de posicionar a México como un actor relevante en el desarrollo y la aplicación de la IA:

- **Colaboración en redes internacionales:** Los estudiantes y académicos de la UAM Azcapotzalco podrán integrarse en proyectos de investigación y colaboración con universidades, centros de investigación y organizaciones internacionales.
- **Contribuciones científicas relevantes:** La formación de investigadores en IA permitirá generar conocimiento nuevo y soluciones tecnológicas que tengan impacto a nivel global.
- **Atracción de inversión extranjera:** Al contar con talento altamente capacitado, México podrá atraer inversiones en áreas tecnológicas, consolidándose como un destino atractivo para empresas innovadoras.

Impacto transversal: Transformación social y ética

Más allá de los impactos en áreas específicas, la licenciatura está diseñada para influir en la forma en que la sociedad percibe y utiliza la IA:

- **Fomento de una IA responsable:** Los egresados serán promotores de una IA ética, diseñada para el beneficio colectivo, minimizando riesgos como los sesgos algorítmicos y las amenazas a la privacidad.
- **Impulso al desarrollo sostenible:** Al alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, la licenciatura contribuirá a resolver problemas críticos en salud, educación, energía y medio ambiente mediante la tecnología.
- **Transformación cultural:** La licenciatura ayudará a que la sociedad adopte una visión crítica e informada sobre la IA, promoviendo su uso como una herramienta para el progreso humano.

Conclusión del impacto

La Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco está llamada a ser un catalizador de cambio en múltiples niveles. Su diseño integral, respaldado por las tres divisiones académicas, y su enfoque en la formación ética y técnica aseguran que su impacto trascienda las aulas, transformando no solo la vida de sus estudiantes, sino también el entorno social, económico y tecnológico de México y América Latina. Este programa es una respuesta visionaria a las demandas de un mundo en constante evolución, con la promesa de liderar el camino hacia un futuro más innovador y equitativo.

RETOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA LICENCIATURA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La creación e implementación de la Licenciatura en Inteligencia Artificial (IA) en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, representa un avance significativo en la formación académica y profesional en México. Sin embargo, el éxito de este programa requiere enfrentar diversos retos y mantener una visión estratégica hacia el futuro. A continuación, se

presentan los principales desafíos y las perspectivas que moldearán la evolución de esta licenciatura.

Retos para la implementación

1. Actualización y adaptabilidad del plan de estudios:

- **Desafío:** La IA es un campo en rápida evolución, con avances constantes en aprendizaje automático, redes neuronales y tecnologías emergentes como la computación cuántica. Mantener el plan de estudios actualizado será crucial para que los egresados estén preparados para enfrentar las demandas del mercado laboral y académico.
- **Respuesta:** Establecer un comité de actualización curricular permanente que incorpore las últimas tendencias y avances tecnológicos.

2. Capacitación del personal docente:

- **Desafío:** Formar un equipo académico interdisciplinario con experiencia en los diversos aspectos de la IA, incluyendo técnicas avanzadas, aplicaciones prácticas y consideraciones éticas.
- **Respuesta:** Implementar programas de formación docente continua, fomentar estancias académicas en instituciones líderes y promover la colaboración con expertos internacionales.

3. Infraestructura tecnológica:

- **Desafío:** La enseñanza y el desarrollo de la IA requieren acceso a recursos de cómputo avanzados, como servidores de alto rendimiento, herramientas de software especializado y laboratorios bien equipados.
- **Respuesta:** Invertir en infraestructura tecnológica y establecer alianzas estratégicas con empresas y organizaciones que apoyen el desarrollo de proyectos y proporcionen acceso a recursos computacionales.

4. Atracción y retención de talento estudiantil:

- **Desafío:** Competir con otras instituciones nacionales e internacionales para atraer a estudiantes destacados interesados en la IA.
- **Respuesta:** Ofrecer programas de mentoría, así como resaltar el enfoque único e interdisciplinario del programa.

5. Vinculación con el sector industrial y social:

- **Desafío:** Garantizar que los egresados tengan acceso a oportunidades laborales y proyectos que les permitan aplicar sus conocimientos en contextos reales.
- **Respuesta:** Fomentar la creación de convenios con empresas tecnológicas, organizaciones no gubernamentales y entidades gubernamentales que demanden soluciones basadas en IA.

Perspectivas futuras

1. Liderazgo académico en la región:

- La licenciatura tiene el potencial de posicionar a la UAM Azcapotzalco como un referente nacional e internacional en la enseñanza y la investigación en IA. Esto se logrará mediante la publicación de investigaciones relevantes, la participación en conferencias internacionales y la colaboración con redes académicas globales.

2. Impacto social significativo:

- Los egresados de este programa estarán equipados para abordar problemas críticos en sectores como salud, educación, sostenibilidad y movilidad. A largo plazo, la licenciatura puede contribuir a la solución de desafíos estructurales en México y América Latina mediante la aplicación ética y responsable de la IA.

3. Fomento de una comunidad de innovación:

- El programa puede convertirse en un semillero de talento que impulse la creación de startups y proyectos tecnológicos que

aporten soluciones innovadoras al mercado local e internacional.

4. Evolución hacia nuevos campos:

- A medida que surjan nuevas áreas de investigación en IA, como la inteligencia artificial explicable, la ética algorítmica avanzada y las tecnologías híbridas, la licenciatura estará en una posición privilegiada para liderar su integración en la enseñanza y la práctica profesional.

5. Consolidación de un enfoque interdisciplinario:

- El respaldo de las tres divisiones académicas de la UAM Azcapotzalco garantizará que el programa continúe integrando las dimensiones técnicas, sociales y de diseño de manera efectiva, estableciendo un modelo educativo replicable en otras instituciones.

Conclusión del punto

La Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco enfrenta retos significativos, pero también cuenta con una sólida base para superarlos y posicionarse como un programa de excelencia. La clave de su éxito será mantener una visión flexible y colaborativa, que permita responder a los cambios tecnológicos y sociales, al tiempo que fomente el liderazgo académico y profesional en el ámbito de la IA. Este programa no solo formará a los especialistas que México necesita, sino que también contribuirá al desarrollo de soluciones innovadoras y éticamente responsables para los desafíos del futuro.

Conclusiones: Una Licenciatura Visionaria para el Futuro de la Inteligencia Artificial

La Licenciatura en Inteligencia Artificial (IA) de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, representa una iniciativa estratégica para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que ofrece una de las tecnologías más transformadoras de nuestra era. Su diseño interdiscipli-

nario, respaldado por las divisiones académicas de Ciencias Básicas e Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencias y Artes para el Diseño, asegura una formación integral que prepara a los estudiantes para un mundo en constante evolución tecnológica.

RELEVANCIA DE LA LICENCIATURA EN EL CONTEXTO ACTUAL

La IA está redefiniendo las dinámicas económicas, sociales y culturales a nivel global. En este panorama, América Latina enfrenta retos particulares, como la necesidad de reducir las brechas tecnológicas y fomentar el desarrollo sostenible.

La licenciatura se inserta en este contexto con un propósito claro: formar profesionales capaces de liderar proyectos innovadores, abordar problemas específicos del entorno y promover el uso ético y responsable de la IA.

Este programa no solo responde a las demandas del mercado laboral, sino que también anticipa el impacto futuro de la tecnología en aspectos fundamentales como la equidad, la sostenibilidad y el bienestar social. Al centrarse en soluciones inclusivas y orientadas al bien común, la licenciatura refuerza el compromiso de la UAM con la educación de calidad y la transformación social.

Un enfoque integral para el desarrollo de talento

La estructura académica de la licenciatura asegura que los egresados posean competencias técnicas avanzadas, una sólida formación ética y habilidades para la innovación. Este enfoque integral no solo los posiciona como profesionales altamente capacitados, sino también como agentes de cambio que contribuirán a:

- La construcción de una sociedad más equitativa y resiliente.
- La generación de conocimiento científico y tecnológico relevante.
- El impulso de un desarrollo económico sostenible y basado en el conocimiento.

Retos y oportunidades futuras

A lo largo de su implementación y consolidación, la licenciatura deberá enfrentar retos como la actualización constante de sus contenidos, la construcción de una infraestructura tecnológica de vanguardia y la vinculación efectiva con el sector productivo y social. Sin embargo, también abre la puerta a múltiples oportunidades, entre ellas:

- Posicionar a la UAM Azcapotzalco como líder en la enseñanza y la investigación en IA en México y América Latina.
- Contribuir a la construcción de un ecosistema tecnológico innovador que fomente la colaboración entre la academia, la industria y el gobierno.
- Establecer un modelo educativo replicable que sirva como referencia para otras instituciones en la región.

El impacto transformador de la licenciatura

El impacto de este programa trasciende las aulas. Los egresados estarán preparados no solo para insertarse en el mercado laboral, sino también para liderar proyectos que transformen sus comunidades y contribuyan al progreso global. La visión ética e inclusiva que sustenta la licenciatura asegura que las aplicaciones de la IA estarán alineadas con los principios de justicia social, sostenibilidad ambiental y respeto por los derechos humanos.

CONCLUSIÓN FINAL

La Licenciatura en Inteligencia Artificial de la UAM Azcapotzalco no es solo un programa educativo, sino un proyecto visionario que refleja el compromiso de la universidad con la excelencia académica, la innovación y el desarrollo social. Este esfuerzo conjunto de las tres divisiones académicas posiciona a la UAM como un referente en la formación de talento en IA y como un actor clave en la construcción de un futuro más equitativo, ético y tecnológicamente avanzado.

En un mundo donde la IA está redefiniendo las fronteras del conocimiento, esta licenciatura se erige como una respuesta visionaria que prepara a México

y América Latina para enfrentar los retos del siglo XXI con creatividad, responsabilidad y un espíritu transformador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMITI. (2023). *La inteligencia artificial en México: oportunidades y desafíos*. Recuperado de: <https://www.amiti.org.mx/>
- Asociación Mexicana de Innovación en Tecnología de la Información
en Inteligencia Artificial: Documento de diseño curricular. División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM Azcapotzalco.
- Flores, A., & Martínez, L.. (2023). *Educación superior y tecnologías emergentes en América Latina*. Editorial Universitaria de América Latina.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Informe sobre el impacto de las tecnologías emergentes en el desarrollo económico de México*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>
- OECD. (2022). *Artificial Intelligence in Society*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Recuperado de: <https://www.oecd.org/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). *Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- Russell, S., & Norvig, P.. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson Education.
- Schwab, K.. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2024). *Propuesta de la Licenciatura*
- Villaseñor, M., & Rivas, G.. (2022). Ética en inteligencia artificial: una perspectiva latinoamericana. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 14(2), 35-52.
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report: Technology and Workforce Trends*. Recuperado de: <https://www.weforum.org/>

CAPÍTULO II

REVOLUCIÓN EN CIBER SEGURIDAD: CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA TRANSFORMA AUDITORÍAS Y SEGURIDAD EN AMÉRICA LATINA

ALFREDO ENRIQUE ARRESE VILCHE
DIANA A. CHIQUITO-PEÑARANDA

RESUMEN

En la era digital actual, América Latina enfrenta desafíos significativos en materia de ciberseguridad, agravados por la falta de infraestructura tecnológica, marcos regulatorios claros y talento especializado. En este contexto, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) surge como una herramienta disruptiva que está transformando las auditorías de ciberseguridad al automatizar procesos, simular ciberataques y anticipar vulnerabilidades mediante análisis predictivo.

Este capítulo analiza cómo la IAG ha permitido a organizaciones en la región detectar amenazas tempranas, optimizar recursos y mejorar la resiliencia frente a ciberataques. Para este estudio se aplicó un enfoque de revisión sistemática de la literatura reciente, a través de bases de datos académicas como IEEE Xplore y Scopus. Además, se identifican desafíos éticos, como la opacidad algorítmica y los sesgos de datos, junto con la ausencia de marcos regulatorios específicos en la región, proponiendo soluciones viables como la implementación de directrices éticas, el uso de aprendizaje federado y la adopción de tecnologías explicables (XAI).

El estudio concluye que la implementación estratégica de la IAG no solo fortalecerá las defensas digitales de América Latina, sino que también posi-

cionará a la región como un líder potencial en ciberdefensa innovadora, siempre que se aborden de manera integral los retos éticos, técnicos y normativos mediante la colaboración interinstitucional. Este avance representa no solo una oportunidad tecnológica, sino un imperativo para la estabilidad y seguridad del entorno digital latinoamericano.

Palabras claves: Simulación de Ciberataques, Inteligencia Artificial Generativa, Ética en Inteligencia Artificial, Aprendizaje Federado, Automatización.

INTRODUCCIÓN

0.1. Contextualización del aumento de ciberamenazas globales y su impacto en América Latina

En la era digital, el aumento de la interconectividad y la dependencia de las tecnologías de la información ha traído consigo una proliferación sin precedentes de amenazas cibernéticas. Según el informe de la Organización de Estados Americanos (OEA, 2023), América Latina y el Caribe son regiones particularmente vulnerables debido a la rápida adopción de tecnologías digitales sin un fortalecimiento equivalente en ciberseguridad. Entre las principales ciberamenazas destacan:

- **Ransomware:** Ataques que secuestran información crítica a cambio de un rescate económico, afectando a gobiernos, bancos y universidades.
- **Phishing:** Fraudes digitales diseñados para robar credenciales de usuarios.
- **Ciberespionaje y ataques a infraestructuras críticas,** como redes eléctricas y sistemas de transporte.

Estas amenazas han afectado sectores clave como finanzas, educación, energía y salud, generando pérdidas económicas y riesgos para la estabilidad social y económica de la región. En países como México, Brasil y Argentina, el crecimiento exponencial de ciberataques ha puesto en evidencia las

brechas existentes en infraestructura tecnológica y talento especializado, así como la falta de políticas de ciberseguridad robustas y colaborativas.

0.2. Descripción de la relevancia de la IAG en ciberseguridad

En respuesta a este panorama, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) emerge como una herramienta innovadora capaz de transformar la ciberseguridad en América Latina. La IAG no solo automatiza procesos rutinarios, sino que permite:

1. **Detección avanzada de amenazas:** Mediante modelos predictivos y análisis de grandes volúmenes de datos, facilita la identificación de comportamientos anómalos y vulnerabilidades ocultas.
2. **Simulación de ciberataques:** A través de algoritmos como las redes generativas adversariales (GANs), se pueden crear escenarios hiperrrealistas de ataques (ransomware, phishing) para evaluar la resiliencia de los sistemas.
3. **Automatización de auditorías:** Generación de reportes detallados en tiempo real, optimizando recursos y tiempos.
4. **Mejora de la colaboración interinstitucional:** La IAG facilita la interpretación de información técnica compleja, permitiendo que auditores, responsables de TI y tomadores de decisiones trabajen de manera conjunta.

La relevancia de la IAG radica en su adaptabilidad a las necesidades de la región, donde los recursos son limitados y la necesidad de soluciones efectivas y escalables es cada vez mayor.

0.3. Justificación del estudio: Oportunidades y desafíos regionales

El presente capítulo se justifica en función de la oportunidad que América Latina tiene para cerrar las brechas en ciberseguridad mediante la implementación de la IAG. Estas brechas incluyen:

1. **Infraestructura tecnológica insuficiente:** La inversión en tecnologías de ciberseguridad es desigual, dejando a sectores públicos y privados vulnerables.

2. **Escasez de talento especializado:** Existe una falta de profesionales capacitados en el uso de herramientas avanzadas como la IAG.
3. **Vacíos regulatorios:** La falta de marcos legales específicos para la IA en ciberseguridad complica su adopción segura y ética.

Por otro lado, la región también presenta grandes oportunidades:

- La adopción de la IAG puede permitir a gobiernos y empresas optimizar sus auditorías de ciberseguridad, logrando una mayor eficiencia en la detección de amenazas.
- Al aprovechar la simulación de escenarios de ataque y el análisis predictivo, América Latina puede posicionarse como líder en ciberdefensa innovadora.
- A través de estrategias colaborativas entre academia, gobierno y sector privado, se puede potenciar la formación de talento local y la creación de marcos regulatorios efectivos.

El estudio busca, por tanto, contribuir a una discusión informada y académica sobre cómo la IAG puede transformar la ciberseguridad en la región, abordando los desafíos existentes y proponiendo soluciones viables.

0.4. Objetivos del capítulo

El capítulo tiene los siguientes objetivos:

1. Evaluar las aplicaciones actuales de la IAG en auditorías de ciberseguridad:
 - Identificar cómo la IAG está siendo utilizada en la automatización de auditorías, la detección predictiva de vulnerabilidades y la simulación de ataques.
2. Identificar los beneficios y desafíos éticos/legales:
 - Analizar las ventajas de implementar IAG en auditorías, tales como la eficiencia, la precisión y la reducción de tiempos.
 - Abordar los desafíos asociados, como la opacidad de los algoritmos, la presencia de sesgos en los datos y los vacíos regulatorios que dificultan su adopción en la región.

3. Proyectar tendencias futuras para América Latina:
 - Explorar las tendencias emergentes, como el aprendizaje federado, la inteligencia artificial explicable (XAI) y la colaboración interinstitucional, que permitirán mejorar la adopción ética y responsable de la IAG.

1. CONTEXTO REGIONAL DE LA CIBERSEGURIDAD EN AMÉRICA LATINA

1.1. Estadísticas sobre ciberataques en países clave como México, Brasil y Argentina

América Latina es actualmente una de las regiones más vulnerables frente a los ciberataques, lo cual se debe a la rápida digitalización de sectores críticos sin un acompañamiento equivalente en medidas de ciberseguridad. De acuerdo con el informe “Cybersecurity Report 2023” de la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Inter-American Development Bank (IDB), los ciberataques han aumentado un 30% en los últimos cinco años en la región.

- **Brasil:** Es el país más afectado por ciberataques en la región. Solo en 2022, 1 de cada 3 empresas brasileñas reportó haber sufrido al menos un ataque significativo, lo que representa pérdidas estimadas de más de 7 mil millones de dólares anuales. El ransomware fue la principal amenaza, dirigido tanto a grandes corporaciones como a entidades gubernamentales.
- **México:** Es el segundo país con mayor incidencia de ciberataques en América Latina. Según Kaspersky Lab, durante el primer semestre de 2023, México registró más de 150 millones de intentos de ataques, con el ransomware y el phishing como las amenazas predominantes. Además, el sector financiero y las instituciones de salud se encuentran entre los principales blancos.
- **Argentina:** En 2022, el país experimentó un incremento del 70% en ataques de phishing en comparación con el año anterior. Un informe de Fortinet identificó más de 10 mil millones de intentos de ataques

en la región, de los cuales una gran porción se originó en Argentina debido a vulnerabilidades en infraestructuras críticas.

En general, estos tres países representan más del 60% de los ciberataques en América Latina, lo que los convierte en casos críticos que exigen atención inmediata y estrategias innovadoras, como la implementación de auditorías de ciberseguridad avanzadas apoyadas por Inteligencia Artificial Generativa (IAG).

Tabla 1: Estadísticas de Ciberseguridad en América Latina

País	Ciberataques anuales (millones)	Pérdidas económicas (USD, miles de millones)	Porcentaje de PyMES afectadas (%)
Brasil	150	7.0	35
México	120	4.2	30
Argentina	80	2.5	25

1.2. Análisis de las brechas tecnológicas y desigualdades en acceso a la ciberseguridad

A pesar del crecimiento digital en América Latina, la región enfrenta graves brechas tecnológicas que dificultan la implementación de soluciones robustas de ciberseguridad. Las principales barreras incluyen:

1. Infraestructura tecnológica insuficiente:

- Solo 67% de la población en América Latina tiene acceso estable a Internet (CEPAL, 2022), según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022). En zonas rurales, esta cifra desciende a menos del 40%, lo que limita la capacidad de proteger infraestructuras críticas y usuarios finales.
- La inversión en tecnologías de seguridad cibernética es desigual. Mientras que países como Brasil y México destinan presupuestos mayores, otras naciones más pequeñas como Bolivia, Paraguay o El Salvador carecen de recursos económicos y técnicos adecuados.

2. Desigualdad en el acceso al talento especializado:

- Existe una escasez significativa de profesionales capacitados en ciberseguridad en la región. El informe de ISC2 (2022) (ISC2, 2022) indica que América Latina requiere más de 700,000 expertos en ciberseguridad para cubrir las necesidades actuales.
- Esta falta de talento afecta principalmente a pequeñas y medianas empresas (PyMES), que representan más del 90% de las unidades económicas en la región y carecen de los recursos para atraer profesionales especializados.

3. Débil marco normativo y regulatorio:

- Aunque países como México y Brasil han avanzado en legislaciones específicas (como la Ley General de Protección de Datos Personales en Brasil), la mayoría de los países latinoamericanos carecen de normativas integrales de ciberseguridad. Esto genera un entorno vulnerable donde las empresas y organismos gubernamentales no cuentan con directrices claras para protegerse de ciberataques.

Estas brechas generan un entorno donde las organizaciones son incapaces de anticiparse y responder adecuadamente a ciberamenazas sofisticadas. Por ello, es imperativo implementar auditorías de ciberseguridad avanzadas, automatizadas y adaptadas a las necesidades de la región.

Tabla 2: Brechas Tecnológicas en América Latina

Brecha	Porcentaje de brecha (%)
Acceso a Internet	33%
Talento Especializado	40%
Infraestructura Tecnológica	45%
Marcos Regulatorios	50%

2.3. La necesidad de auditorías avanzadas en sectores críticos: finanzas, educación, infraestructura y salud

La digitalización acelerada en América Latina ha transformado sectores críticos como las finanzas, la educación, la infraestructura y la salud, los cuales ahora dependen de sistemas conectados que son vulnerables a ataques cibernéticos.

1. Sector financiero:

- El sector financiero es uno de los más atacados en América Latina. Según IBM Security X-Force, más del 25% de los ciberataques globales al sector financiero en 2022 ocurrieron en América Latina.
- Bancos y entidades financieras enfrentan amenazas como ransomware, robo de datos y fraude digital. Auditorías con IAG permitirían detectar vulnerabilidades en sistemas transaccionales y simular escenarios de ataques complejos.

2. Educación:

- Las instituciones educativas se han convertido en blancos atractivos debido a la gran cantidad de datos personales que manejan. En 2022, el 32% de las universidades latinoamericanas reportaron vulnerabilidades relacionadas con el almacenamiento inseguro de datos.
- Auditorías automatizadas con IA pueden evaluar la seguridad de plataformas de e-learning y redes institucionales, identificando posibles brechas.

3. Infraestructura crítica:

- Sistemas eléctricos, de transporte y de suministro de agua son objetivos prioritarios para cibercriminales debido a su impacto directo en la población. Según la OEA, el 90% de las empresas de infraestructura crítica en América Latina no realiza auditorías periódicas de ciberseguridad.
- La simulación de ciberataques mediante IA Generativa permite anticipar vulnerabilidades y diseñar estrategias de defensa más robustas.

4. Salud:

- La digitalización de la atención médica, con la implementación de historias clínicas electrónicas y sistemas de telemedicina, ha incrementado la exposición a ciberataques. En Colombia, por ejemplo, un hospital sufrió un ataque de ransomware en 2023 que comprometió los datos de más de 20,000 pacientes.
- Auditorías avanzadas facilitan la evaluación continua de sistemas hospitalarios, permitiendo una respuesta rápida ante incidentes y garantizando la integridad de los datos.

Tabla 3: Sectores Críticos Afectados

Sector	Porcentaje de ataques (%)	Ejemplo de incidente
Finanzas	30%	Ataques ransomware a bancos (Brasil, 2023)
Educación	20%	Filtración de datos en universidades (México)
Infraestructura crítica	25%	Hackeo de sistemas eléctricos (Argentina, 2023)
Salud	25%	Ataques ransomware en hospitales (Colombia)

3. APLICACIONES INNOVADORAS DE LA IAG EN AUDITORÍAS DE CIBERSEGURIDAD

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) está transformando las auditorías de ciberseguridad al automatizar procesos, optimizar tiempos de respuesta y mejorar la eficiencia en la identificación de amenazas. A través de aplicaciones como la detección predictiva, la simulación de ataques y la automatización de auditorías, la IAG representa una herramienta clave para anticipar y mitigar ciberamenazas en América Latina, una región que enfrenta desafíos particulares en infraestructura y regulación.

3.1. Detección Predictiva de Amenazas

La detección predictiva de amenazas mediante IAG utiliza modelos avanzados de aprendizaje automático y análisis de grandes volúmenes de datos para identificar comportamientos anómalos y vulnerabilidades emergentes antes de que puedan ser explotadas.

- **Ejemplo de implementación en América Latina:** Empresas financieras en Brasil y México (IBM, 2022) han comenzado a usar simulaciones basadas en IAG para anticipar ataques de ransomware y phishing.
- En Brasil, un banco líder implementó algoritmos generativos para analizar registros de transacciones y detectar patrones inusuales asociados con fraudes digitales. Esta herramienta permitió reducir en un 40% los ataques de phishing en un año.
- En México, una institución financiera utilizó modelos predictivos (Kaspersky, 2023) para simular ataques de ransomware y entrenar a su equipo de ciberseguridad. Como resultado, lograron identificar brechas críticas en su sistema de respaldo, lo que evitó un potencial robo de millones de dólares.

Modelos avanzados utilizados:

- **Redes Neuronales Artificiales (RNA):** Detectan anomalías mediante el análisis de patrones históricos.
- **Máquinas de Soporte Vectorial (SVM):** Clasifican actividades sospechosas con alta precisión.

Estos enfoques no solo permiten una detección temprana, sino que también facilitan la priorización de amenazas, optimizando los recursos disponibles y mejorando la resiliencia organizacional.

3.2. Simulación de Escenarios de Ataque

La simulación de ciberataques es otra aplicación innovadora de la IAG, que utiliza Redes Generativas Adversariales (GANs) para crear entornos de prueba realistas donde es posible anticipar y analizar posibles vulnerabilidades.

Uso de GANs

Las GANs son modelos de IA que permiten generar simulaciones hiperrealistas de ataques cibernéticos, como ransomware, ataques de denegación de servicio (DDoS) y phishing dirigido.

Estas simulaciones ayudan a las organizaciones a identificar debilidades en sus sistemas y evaluar su capacidad de respuesta frente a incidentes críticos.

- **Caso hipotético:** Simulación de un ataque a una infraestructura crítica en Colombia. Supongamos una empresa que administra la red eléctrica de Colombia decide implementar una simulación con IAG para evaluar su resiliencia.
 1. Se utilizan GANs para generar un escenario de ataque DDoS masivo contra los sistemas de control de la red eléctrica.
 2. La simulación identifica una vulnerabilidad en el sistema SCADA, que gestiona la automatización de la red.
 3. Con base en los resultados, la organización implementa medidas de mitigación como el fortalecimiento de los cortafuegos y la segmentación de las redes críticas.

Este tipo de simulaciones no solo preparan a las organizaciones para ataques reales, sino que también fortalecen su capacidad de respuesta proactiva frente a ciberamenazas.

3.3. Automatización de Auditorías y Respuesta a Incidentes

La automatización de auditorías es una de las aplicaciones más relevantes de la IAG, ya que optimiza procesos manuales que suelen ser tediosos y lentos. Algoritmos generativos permiten recolectar, analizar y reportar información de auditoría con mayor precisión y en tiempo real.

Optimización de tiempos y recursos:

- En una auditoría de ciberseguridad tradicional, la revisión de millones de registros de eventos puede llevar semanas. Con la IAG, este proceso se reduce a horas, permitiendo a los equipos enfocarse en la toma de decisiones estratégicas.
- Empresas latinoamericanas han logrado automatizar el análisis de logs y la detección de incidentes, mejorando la capacidad de respuesta.

Respuesta a incidentes

La IAG también facilita la automatización de respuestas a incidentes críticos. Por ejemplo:

- Bloqueo automático de accesos no autorizados.
- Implementación de medidas de contención, como la desconexión de sistemas comprometidos.

En un estudio realizado en Chile, una empresa de telecomunicaciones implementó un sistema IAG que automatizó la respuesta a ataques de denegación de servicio (DDoS), reduciendo el tiempo de reacción en un 60% y evitando interrupciones en sus servicios.

3.4. Facilitación de la Colaboración y Comunicación

La IAG juega un papel crucial en la facilitación de la colaboración entre equipos técnicos y directivos al traducir información compleja en reportes accesibles. Esta capacidad es particularmente relevante en América Latina, donde los responsables de tomar decisiones no siempre poseen conocimientos técnicos especializados.

Traducción de información técnica

Herramientas de IAG pueden transformar datos complejos y análisis técnicos en reportes claros y comprensibles para audiencias no técnicas.

- Ejemplo: Un informe de auditoría que detecta una vulnerabilidad crítica puede ser presentado en un formato visual, indicando su impacto financiero y operativo para facilitar la toma de decisiones.

Promoción de la colaboración interinstitucional

La IAG también facilita el intercambio de información entre organizaciones gubernamentales, privadas y académicas, permitiendo:

- Compartir mejores prácticas.
- Crear repositorios centralizados de amenazas cibernéticas y estrategias de mitigación.

Por ejemplo, en México, una red de universidades implementó un sistema IAG colaborativo para detectar y mitigar ataques de phishing dirigidos, lo cual fortaleció la seguridad de su infraestructura tecnológica.

4. DESAFÍOS ÉTICOS Y LEGALES EN AMÉRICA LATINA

La implementación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en auditorías de ciberseguridad plantea importantes desafíos éticos y legales, especialmente en una región como América Latina, donde las brechas tecnológicas y regulatorias amplifican los riesgos. Si bien las aplicaciones de la IAG prometen transformar la ciberseguridad, su adopción desregulada podría generar nuevos problemas, desde la opacidad algorítmica hasta la vulneración de la privacidad. A continuación, se analizan estos retos y se proponen soluciones para su gestión ética y responsable.

4.1. Falta de marcos regulatorios claros sobre el uso de IA

La adopción de la IAG en ciberseguridad en América Latina se ha dado en un contexto fragmentado y desregulado. Aunque existen leyes generales de protección de datos, como la Ley General de Protección de Datos (LGPD) en Brasil y la Ley Federal de Protección de Datos Personales en México, estas normativas no abordan explícitamente la implementación de IA (Floridi, 2021; Johnson & White, 2023).

Por ejemplo, la Unión Europea ha avanzado con propuestas concretas como la AI Act, que regula el desarrollo y uso de IA, clasificando los riesgos de los sistemas. En contraste, América Latina carece de un marco regional unificado, lo que genera vacíos regulatorios que permiten prácticas desiguales y no siempre éticas. Esto es especialmente crítico en aplicaciones como auditorías de ciberseguridad, donde los sistemas de IAG interactúan con datos sensibles de individuos y organizaciones (Ruan, 2022).

La ausencia de estándares también dificulta la rendición de cuentas, pues no hay normativas que definan responsabilidades cuando un modelo generativo falla en la detección de amenazas o, peor aún, compromete la privacidad de los datos (Sai et al., 2024).

4.2. Desafíos éticos: opacidad algorítmica, sesgo de datos y privacidad

Los desafíos éticos que enfrenta la implementación de IAG son múltiples y se intensifican en una región como América Latina, caracterizada por brechas tecnológicas y desigualdades socioeconómicas.

1. *Opacidad algorítmica:*

Los modelos de IAG, como las redes neuronales profundas, son considerados cajas negras, debido a que sus procesos de decisión son difíciles de interpretar (Floridi, 2021). En el contexto de auditorías de ciberseguridad, esta opacidad puede generar desconfianza entre los actores involucrados y dificultar la validación de resultados.

- Ejemplo: Un modelo que detecta anomalías en sistemas críticos podría marcar falsos positivos sin ofrecer una justificación clara, lo que aumenta la incertidumbre en entornos donde la rapidez en la toma de decisiones es fundamental.

2. *Sesgo de datos:*

Los modelos de IA dependen de la calidad de los datos utilizados para su entrenamiento. En América Latina, los datos disponibles suelen ser incompletos o sesgados, lo que puede llevar a resultados discriminatorios o imprecisos (Johnson & White, 2023).

- Ejemplo: Si los datos de entrenamiento provienen de países con contextos económicos diferentes, los algoritmos podrían no reconocer patrones regionales específicos, disminuyendo su eficacia en la detección de amenazas locales.

3. *Privacidad y protección de datos:*

La recopilación y análisis de grandes volúmenes de información, esencial para entrenar modelos generativos, plantea riesgos de privacidad. En sectores críticos como la salud o las finanzas, los datos sensibles pueden ser vulnerables si no se aplican estrategias adecuadas de anonimización y protección (Ruan, 2022; Sai et al., 2024).

- Ejemplo: En un ataque de ransomware simulado, la falta de medidas de seguridad durante la auditoría podría exponer información confidencial a actores no autorizados.

4.3. Propuesta: Desarrollo de directrices éticas regionales

Ante los desafíos mencionados, se propone el desarrollo de directrices éticas regionales para la implementación de IAG en auditorías de ciberseguridad. Estas directrices deben considerar los siguientes elementos:

1. *Transparencia y explicabilidad (XAI):*

El uso de Inteligencia Artificial Explicable (XAI) permitirá comprender cómo los algoritmos generativos toman decisiones, generando confianza y facilitando su validación (Floridi, 2021). Auditorías basadas en XAI aseguran que los resultados puedan ser interpretados y explicados a las partes interesadas, incluyendo organizaciones y organismos reguladores.

2. *Reducción del sesgo algorítmico:*

Es fundamental implementar controles para garantizar la calidad y diversidad de los datos utilizados en la capacitación de modelos. Esto incluye auditorías periódicas para detectar y corregir sesgos en el desempeño de los algoritmos (Johnson & White, 2023).

3. *Protección de la privacidad mediante el aprendizaje federado:*

El aprendizaje federado es una técnica avanzada que permite entrenar modelos de IA sin transferir datos a un servidor centralizado, manteniendo así la privacidad de la información (Sai et al., 2024). Esta tecnología es especialmente útil para auditorías en sectores como la salud o las finanzas.

4. *Creación de marcos regulatorios unificados:*

Es necesario desarrollar un marco regional que regule el uso ético y transparente de la IAG. Esta normativa debe involucrar la participación de gobiernos,

sector privado y academia para asegurar su implementación efectiva y alineada a las necesidades de América Latina.

5. Capacitación y sensibilización

Se recomienda establecer programas de formación especializados en ética de la IA y ciberseguridad, que aborden los desafíos técnicos y morales que surgen del uso de tecnologías generativas.

5. FUTURAS TENDENCIAS Y RECOMENDACIONES

La implementación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en auditorías de ciberseguridad no solo representa un avance actual, sino que plantea un camino prometedor para abordar las crecientes amenazas cibernéticas. América Latina tiene la oportunidad de liderar esta transformación tecnológica mediante la adopción de tendencias emergentes como la Inteligencia Artificial Explicable (XAI), el aprendizaje federado, y una mayor colaboración interinstitucional. Además, la creación de programas de formación especializada será crucial para cerrar las brechas de talento en la región.

5.1. Inteligencia Artificial Explicable (XAI) y su adopción en auditorías

La Inteligencia Artificial Explicable (XAI) busca hacer que los resultados de los modelos de IA sean comprensibles para los usuarios, facilitando la transparencia y confianza en el proceso de toma de decisiones. En auditorías de ciberseguridad, donde los resultados deben ser verificables y comprensibles tanto para expertos como para no expertos, la XAI es fundamental.

- *Importancia en auditorías de ciberseguridad:*

Los algoritmos tradicionales, como las redes neuronales profundas, son frecuentemente criticados por ser cajas negras debido a su opacidad (Floridi, 2021). La XAI permite explicar cómo y por qué un sistema detectó una anomalía o marcó una vulnerabilidad específica, facilitando su validación y adopción.

- Ejemplo práctico: Un sistema de auditoría basado en XAI podría explicar que un patrón de comportamiento anómalo detectado en una infraestructura crítica se debe a un intento de ataque de denegación de servicio (DDoS). Este tipo de transparencia ayuda a los auditores a tomar decisiones informadas y rápidas.

Beneficios de la XAI:

- Mejora la confianza en los resultados de auditoría.
- Facilita el cumplimiento de regulaciones al proporcionar explicaciones claras.
- Ayuda a reducir falsos positivos mediante ajustes informados en los algoritmos.

5.2. Aprendizaje federado para proteger datos sensibles

El aprendizaje federado es una técnica avanzada de IA que permite entrenar modelos en múltiples dispositivos o servidores sin necesidad de compartir los datos sensibles en un repositorio centralizado. Esta tecnología es particularmente relevante para auditorías en América Latina, donde las preocupaciones sobre la privacidad y protección de datos son significativas.

Relevancia en auditorías de ciberseguridad:

En sectores críticos como finanzas y salud, el aprendizaje federado puede ser implementado para analizar datos confidenciales sin comprometer la seguridad ni la privacidad de la información. Los datos permanecen en su lugar de origen, y solo los resultados del entrenamiento son compartidos.

- Ejemplo práctico: Una red de hospitales en América Latina podría usar aprendizaje federado para entrenar modelos de detección de ransomware utilizando datos locales, garantizando que ninguna historia clínica sea transferida fuera de sus instalaciones.

Beneficios del aprendizaje federado:

- Mejora la privacidad y el cumplimiento de leyes de protección de datos.

- Facilita la colaboración segura entre organizaciones.
- Permite la implementación de auditorías avanzadas en sectores sensibles sin riesgo de filtración.

5.3. Colaboración interinstitucional entre gobiernos, academia y empresas en América Latina

La naturaleza compleja y dinámica de las amenazas cibernéticas requiere una respuesta colaborativa. La interacción entre gobiernos, universidades y empresas privadas es fundamental para garantizar un uso efectivo y ético de la IAG en auditorías de ciberseguridad.

Importancia de la colaboración:

La unión de esfuerzos permite la creación de marcos regulatorios sólidos, el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y la formación de talento especializado en ciberseguridad.

- Ejemplo práctico: En Brasil, la colaboración entre el gobierno y universidades ha permitido el desarrollo de sistemas de detección de fraudes financieros mediante IA, aplicados a instituciones bancarias.
- En México, universidades y empresas de tecnología han trabajado en proyectos piloto de auditorías automatizadas, logrando mejorar la eficiencia en un 35% (Sai et al., 2024).
- **Beneficios de la colaboración interinstitucional:**
- Creación de centros regionales de ciberseguridad e investigación en IA.
- Desarrollo de marcos éticos y regulatorios compartidos.
- Generación de mejores prácticas aplicables a distintos sectores críticos.

5.4. Creación de programas de formación especializada en ciberseguridad con IAG

La escasez de talento especializado en ciberseguridad es uno de los principales desafíos que enfrenta América Latina. Según un informe de ISC2 (2022) (ISC2, 2022), la región necesita más de 700,000 profesionales en cibersegu-

ridad para satisfacer la demanda actual. La creación de programas de formación especializados que integren IAG es una medida esencial para cerrar esta brecha.

Enfoque de los programas:

Los programas deben incluir:

- Capacitación en herramientas de IA generativa aplicadas a auditorías.
- Desarrollo de habilidades para detectar y mitigar amenazas cibernéticas mediante algoritmos avanzados.
- Formación ética sobre el uso responsable y transparente de la IA.

Propuesta regional

La creación de alianzas entre gobiernos, universidades y empresas tecnológicas puede facilitar la implementación de estos programas. Por ejemplo:

- Programas de certificación en colaboración con plataformas como Coursera o edX.
- Creación de laboratorios regionales de ciberseguridad e IA para realizar prácticas aplicadas.

Beneficios esperados:

- Fortalecimiento del talento local especializado, promoviendo su formación en tecnologías avanzadas y reduciendo la dependencia de expertos internacionales
- Fomento de la innovación tecnológica mediante la adopción de herramientas avanzadas y el desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades de la región.
- Optimización de procesos internos al automatizar tareas rutinarias, liberando tiempo para que los especialistas locales se enfoquen en decisiones estratégicas que impulsen la ciberseguridad.

6. CONCLUSIONES

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) representa una oportunidad clave para transformar y fortalecer las auditorías de ciberseguridad en América Latina, una región que enfrenta desafíos significativos en materia de infraestructura tecnológica, talento especializado y regulación efectiva. La capacidad de la IAG para automatizar procesos complejos, detectar amenazas emergentes y anticiparse a ciberataques posiciona a esta tecnología como un pilar fundamental en la mejora de la resiliencia digital de la región.

Fortalecimiento de las auditorías de ciberseguridad

La implementación de IAG en auditorías de ciberseguridad permite optimizar recursos y tiempos mediante la automatización del análisis de grandes volúmenes de datos. Herramientas basadas en algoritmos generativos pueden:

- Detectar vulnerabilidades y anomalías de manera temprana y con mayor precisión, lo cual reduce la posibilidad de ciberataques exitosos (Johnson & White, 2023).
- Facilitar la simulación de escenarios de ataque hiperrealistas para evaluar la capacidad de respuesta de las organizaciones frente a ciberamenazas críticas (Sai, Chamola, & Sikdar, 2024).

Esto resulta especialmente relevante en sectores críticos de América Latina, como la infraestructura energética, financiera y de salud, donde el aumento de ciberataques ha puesto en riesgo el desarrollo económico y social de la región (OEA, 2023).

Cierre de brechas tecnológicas

La adopción de IAG puede ayudar a cerrar las brechas tecnológicas en América Latina, un desafío persistente que limita la capacidad de las organizaciones para proteger sus activos digitales. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022), cerca del 33% de la población aún no tiene acceso estable a internet, mientras que el 40% de las organizaciones carece de capacidades robustas en ciberseguridad.

La implementación de sistemas IAG:

1. Permite a las organizaciones con recursos limitados acceder a herramientas avanzadas de auditoría y análisis predictivo.
2. Facilita la adopción de soluciones como el aprendizaje federado, que protege la privacidad de los datos mientras permite entrenar modelos de IA descentralizados (Rieke et al., 2020).
3. Optimiza los procesos internos al automatizar tareas rutinarias, permitiendo que los expertos locales se enfoquen en la toma de decisiones estratégicas (ISC2, 2022).

Resolución de desafíos éticos y regulatorios

A pesar de sus beneficios, la adopción de la IAG en auditorías de ciberseguridad requiere superar desafíos éticos y regulatorios que son especialmente críticos en el contexto latinoamericano:

1. Desafíos éticos:

- La opacidad algorítmica limita la comprensión de los resultados generados por modelos complejos, lo que puede generar desconfianza entre los actores involucrados (Floridi, 2021).
- Los sesgos de datos, resultado de entrenamientos con información incompleta o desequilibrada, pueden conducir a decisiones discriminatorias o imprecisas (Johnson & White, 2023).

2. Desafíos regulatorios:

- América Latina carece de un marco legal unificado para regular el uso de IA. Las leyes existentes, como la LGPD en Brasil, abordan aspectos generales de protección de datos, pero no especifican normas sobre la adopción de IA generativa en auditorías (Sai et al., 2024).

Recomendaciones para un uso responsable y transparente

La resolución de estos desafíos depende de la implementación de políticas colaborativas e inclusivas que promuevan el uso responsable y ético de la IAG en ciberseguridad. Se recomienda:

1. La creación de directrices éticas regionales con un enfoque en la transparencia y explicabilidad de los algoritmos (XAI).
2. El desarrollo de marcos regulatorios comunes que faciliten la adopción segura de la IA, respetando los principios de privacidad y protección de datos.
3. El fortalecimiento de la colaboración interinstitucional e interdisciplinaria entre gobiernos, empresas y academia para diseñar soluciones adaptadas a los desafíos locales, fomentar la innovación y establecer mejores prácticas compartidas en ciberseguridad, abordando así los problemas de manera integral.
4. La inversión en programas de formación especializada en ciberseguridad con énfasis en la aplicación de IAG, con el fin de cerrar la brecha de talento existente en la región (ISC2, 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accenture. (2023). *Cyber Resilience in the Age of AI*. Accenture Research.
- CEPAL. (2022). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Reporte de Inclusión Digital*.
- Chandola, M., & Iyer, S. (2023). *Predictive Analytics for Cybersecurity using AI*. Elsevier.
- Floridi, L. (2021). *Ethics of Artificial Intelligence: Principles and Applications*. Springer.
- Fortinet. (2022). *State of Cybersecurity in Latin America*. Fortinet Research.
- IBM. (2022). *IBM Security X-Force Threat Intelligence Index 2022*.
- ISC2. (2022). *Cybersecurity Workforce Study: Global and Regional Trends*.
- ISO/IEC. (2023). *ISO/IEC 27001:2023 Information Security Management Systems*. International Standards Organization.
- Johnson, M., & White, K. (2023). AI in Cybersecurity: Bridging Ethical and Technical Gaps. *Cybersecurity Journal*, 12(3), 45-67.
- Kaspersky. (2023). *Informe sobre Ciberseguridad en América Latina*.

- Klein, P. (2023). *Machine Learning in Cybersecurity: Trends and Challenges*. Wiley Publishing.
- NIST. (2022). National Institute of Standards and Technology. *Cybersecurity Framework Implementation*.
- OEA & IDB. (2023). *Cybersecurity Report 2023: América Latina y el Caribe*.
- OEA. (2023). Organización de Estados Americanos. *Reporte de Seguridad Digital*.
- Rieke, N., Hancox, J., Li, W., & et al. (2020). The Future of Federated Learning in AI. *Nature Machine Intelligence*, 2(1), 25-35.
- Ruan, K. (2022). *Artificial Intelligence in Cyber Defense: Risks and Opportunities*. *Cybersecurity Trends*.
- Sai, A., Chamola, V., & Sikdar, B. (2024). Federated Learning for Secure AI Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- Smith, J., & Ortega, C. (2023). AI Ethics in Latin America: An Emerging Framework. *AI Policy Journal*.
- UNESCO. (2023). *Artificial Intelligence and Data Privacy in Education: Global Perspectives*.
- World Bank. (2022). *Digital Transformation and Cybersecurity in Emerging Economies*.

CAPÍTULO III

USO DE ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA OPTIMIZAR LA DERIVACIÓN HOSPITALARIA Y AMBULATORIA EN PACIENTES CON COVID-19

DOUGLAS ITURBURU SALVADOR¹
LORENZO CEVALLOS TORRES²

RESUMEN

En este artículo se analiza la influencia de factores clave para optimizar la gestión hospitalaria, enfocándose en la derivación de casos leves hacia atención ambulatoria. Se consideran aspectos como la sintomatología típica o atípica en pacientes asintomáticos, las comorbilidades que aumentan el riesgo de complicaciones graves, y las edades más vulnerables a casos fatales. Además, se presenta una introducción al Machine Learning, utilizando los algoritmos de aprendizaje supervisado Random Forest y Naive Bayes, con el objetivo de desarrollar un prototipo asistencial que permita predecir la gravedad de los pacientes y determinar si requieren atención hospitalaria o ambulatoria. Finalmente, se comparará la precisión de ambos algoritmos para identificar el más adecuado en este contexto.

Palabras clave: Machine Learning, Aprendizaje Supervisado, Random Forest, Naive Bayes, COVID-19, Hospitalización.

¹ Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

La gestión hospitalaria eficiente se ha convertido en un desafío crítico, especialmente en el contexto de la pandemia por COVID-19. La identificación temprana de casos graves y su correcta derivación, ya sea hacia atención hospitalaria o ambulatoria, es fundamental para optimizar los recursos disponibles y garantizar una atención adecuada a los pacientes. En este escenario, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta clave para abordar problemas complejos en la salud pública, permitiendo analizar grandes volúmenes de datos y generar predicciones precisas.

El uso de algoritmos de aprendizaje supervisado, como Random Forest y Naive Bayes, proporciona una base sólida para construir modelos que evalúen factores críticos, como las comorbilidades, la sintomatología típica o atípica, y los grupos etarios más vulnerables. Estos modelos no solo permiten predecir la probabilidad de gravedad en los pacientes, sino que también contribuyen a una toma de decisiones más informada y eficiente en la asignación de recursos. Este artículo explora el desarrollo y comparación de estos algoritmos en un prototipo asistencial, evaluando su capacidad predictiva para mejorar la derivación clínica y fortalecer la gestión hospitalaria frente al COVID-19.

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado avances significativos en la gestión de la pandemia de COVID-19, especialmente en la predicción de la evolución de los pacientes y en la optimización de la asignación de recursos sanitarios. Estos desarrollos demuestran el potencial de la IA para transformar la atención sanitaria durante pandemias, permitiendo una gestión más eficiente y personalizada de los pacientes, y optimizando la utilización de los recursos disponibles.

Por otro lado, la evolución tecnológica, especialmente mediante la IA, ha transformado la manera en que se evalúan los factores asociados a la derivación hospitalaria o ambulatoria, aumentando la eficiencia y efectividad de las decisiones clínicas en un contexto crítico como la pandemia de COVID-19. Esto no solo mejora la atención al paciente, sino que también optimiza el uso de los recursos del sistema de salud.

Es así como la evolución en la evaluación de los factores asociados a la derivación hospitalaria o ambulatoria en pacientes con COVID-19 ha sido significativa, impulsada en gran medida por la incorporación de la intelligen-

cia artificial (IA) y herramientas digitales. A continuación, se destacan algunos avances:

Mejoras en la identificación de síntomas y su análisis: Los sistemas de IA han sido entrenados para analizar grandes volúmenes de datos clínicos, lo que permite identificar patrones en la sintomatología más comunes y atípicas de COVID-19. Esto ha mejorado la precisión en la evaluación de casos graves y leves.

Integración de historias médicas electrónicas (HME): La automatización de la revisión de historiales médicos mediante IA permite identificar de manera eficiente comorbilidades que incrementan el riesgo de complicaciones, como diabetes, hipertensión o enfermedades respiratorias crónicas.

Análisis de la variable edad y mortalidad: Los algoritmos han perfeccionado su capacidad para correlacionar el riesgo de mortalidad con el rango etario y otros factores demográficos, permitiendo decisiones más personalizadas en la derivación de pacientes.

Optimización de la gestión hospitalaria y disponibilidad de camas: Modelos predictivos basados en IA ayudan a estimar la ocupación de camas en hospitales y unidades de cuidados intensivos (UCI), lo que facilita la distribución óptima de los pacientes entre atención hospitalaria y ambulatoria, considerando la disponibilidad de recursos en tiempo real.

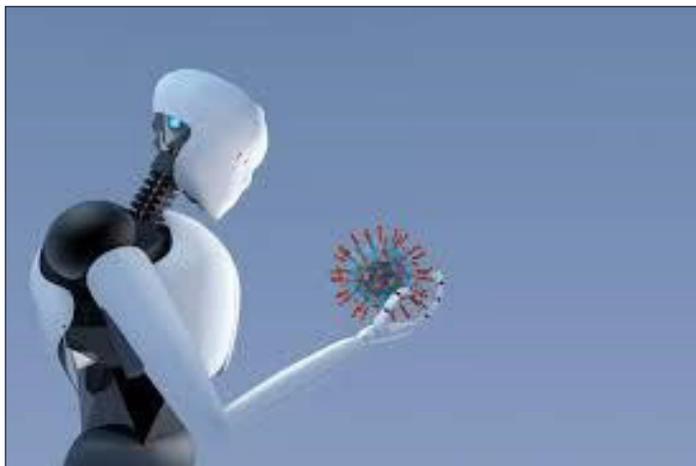
Predicción temprana del nivel de gravedad: Herramientas basadas en algoritmos de aprendizaje supervisado, como Random Forest o redes neuronales, permiten predecir la evolución clínica de un paciente incluso antes de que presenten síntomas graves, lo que ayuda a priorizar su atención.

MATERIALES Y MÉTODOS

La pandemia de COVID-19 ha desafiado los sistemas de salud en todo el mundo, exigiendo estrategias más eficientes para la gestión hospitalaria. Una de las necesidades críticas es determinar de manera rápida y precisa si un paciente debe ser derivado a atención hospitalaria o ambulatoria, en función de factores como la sintomatología, las comorbilidades y la disponibilidad de recursos. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta fundamental para abordar esta problemática. Para complementar

de una mejor manera esta investigación, se ha procedido a definir ciertos conceptos que nos ayudarán a poder entender de una mejor manera la forma de como la IA ha logrado grandes avances científicos en la medicina.

Figura 1. Robot humanoide de inteligencia artificial que sostiene Corona Virus (Covid-19).



Sintomatología

Desde el inicio de la pandemia, la identificación de síntomas ha sido crucial para la detección y manejo del virus. Estos abarcan un amplio espectro, desde manifestaciones comunes y leves, como fiebre y tos, hasta cuadros más atípicos y graves que pueden comprometer la vida del paciente. Se estima que aproximadamente el 80% de las personas infectadas con COVID-19 experimentan síntomas leves o moderados, logrando recuperarse sin requerir hospitalización. Este dato subraya la importancia de clasificar adecuadamente la sintomatología para optimizar la derivación de los pacientes y evitar la saturación de los sistemas hospitalarios (World Health Organization, 2020, p. 12).

El SARS-CoV-2 (COVID-19) presenta un espectro de gravedad notablemente amplio, que abarca desde personas infectadas que no muestran síntomas hasta casos severos de neumonía que pueden progresar hacia un síndrome de distrés respiratorio agudo. Este rango de manifestaciones clínicas resalta la complejidad del virus y la necesidad de estrategias efectivas para

identificar y manejar tanto a los pacientes asintomáticos como a aquellos con complicaciones graves (Guan WJ, y otros, 2020).

La detección de la propagación del virus resulta compleja cuando las personas no presentan síntomas comunes durante un periodo inicial, lo que también limita la efectividad de las medidas de aislamiento social. En muchos casos, los primeros síntomas pueden ser atípicos, como se detalla en la Tabla 2, abarcando áreas clínicas como dermatología, cardiología, aparato digestivo, neurología, oftalmología y hematología. Aunque las manifestaciones respiratorias son las más frecuentes en esta pandemia, es posible que otros signos de menor gravedad hayan sido subestimados en las descripciones hospitalarias iniciales. Su análisis detallado podría ampliar la comprensión del espectro clínico del COVID-19 (Asuar I., y otros, 2020, p. 470).

Tabla 1. Casos atípicos en personas asintomáticas con COVID-19 en diferentes áreas.

Áreas	Descripción de caso
Dermatología	Urticaria y pénfigo ampolloso.
Cardiología	Taquicardia sinusal mal tolerada
Aparato Digestivo	Diarrea.
Neurología	Síndrome confusional y crisis convulsivas.
Oftalmología	Conjuntivitis aguda viral.
Hematología	Trombosis venosa profunda

Fuente: FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria.

Comorbilidades y edad

Se ha demostrado que las personas con mayor probabilidad de sufrir complicaciones graves debido a los síntomas del COVID-19, e incluso de fallecer, suelen ser adultos mayores y aquellos con enfermedades no transmisibles. Entre las condiciones más comunes se encuentran la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad coronaria, diabetes, hipertensión

arterial, cáncer, y enfermedad renal crónica, entre otras comorbilidades (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2020, p. 46).

El grupo más propenso a llegar a tener complicaciones por el COVID-19 se encuentra en el rango ³ 65 años. La situación puede agravarse si presenta otras patologías en su cuadro clínico, puesto a que su sistema inmunológico es bajo, dando paso a un incremento en defunciones.

Derivación hospitalaria, Ambulatoria y UCI (Unidad de Cuidados Intensivos)

Ante una enfermedad desconocida, como COVID-19, los criterios de gravedad no estaban definidos al principio de la epidemia ni homogeneizados. Un criterio comúnmente utilizado es la necesidad de ingreso hospitalario y/o en UCI (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2020, p. 25), haciendo que la gestión hospitalaria colapsara por el ingreso masivo de casos leves y graves. Actualmente, con los factores mencionados (sintomatología, comorbilidades y la variable edad) se puede determinar con mayor exactitud los casos que realmente necesitan ser hospitalizados y/o UCI, casos propensos a una alta gravedad en el transcurso de la enfermedad, por ejemplo, paciente de 80 años con síntomas comunes de COVID-19, diabético y padecimiento de cáncer. Con el pico de contagios regularizándose, se amplían los casos leves, dando paso a una nueva percepción de gravedad y mejor manejo del sistema ambulatorio.

ALGORITMOS SUPERVISADOS

Random Forest

También conocido en español como Bosque Aleatorio, es un tipo de algoritmo de aprendizaje supervisado, el cual está basado en un conjunto de árboles de decisión, es decir, utilizan la técnica “bagging” tanto para problemas de clasificación como de regresión (Carrión, 2020, p. 16). Al realizar bagging se combinan diversos árboles de decisión que aportan distintas porciones de datos/características entrenadas que al final tendrán relación entre sí y arrojarán como resultado aquel con mayor voto, es decir, que se ha repetido varias veces en el bosque aleatorio, esto en lo que corresponde a problemas de cla-

sificación. Para regresión el bosque aleatorio elige al azar las características para construir diversos árboles de decisión y promediar los resultados de predicción de cada árbol (Cevallos-Torres, et al., 2019).

Las ventajas del bosque aleatorio por regresión son las siguientes:

- Es un algoritmo que arroja buenos resultados de predicción.
- Su nivel de dificultad es casi nulo.
- No sufrirá de sobreajuste porque no se adaptará al modelo.
- Tiene la capacidad de manejar múltiples variables de entrada y poder identificar las más importantes.

Las desventajas del bosque aleatorio por regresión son las siguientes:

- Al ser un bosque tiene robustez por la gran cantidad de árboles que posee, por lo tanto, puede ralentizarse para predicciones en tiempo real.
- Requiere un mayor tiempo de entrenamiento.

Problema basado en enfermedad (Enfermedades reumáticas)

Las enfermedades reumáticas (ER) son con mayor frecuencia las dolencias que afectan a los humanos en el que afecta a varias partes del cuerpo entre los que son músculos, huesos y tendones. (Natalí, R., 2018, p. 3). Estas enfermedades son las que conllevan frecuentemente a discapacidad, deteriorando la calidad de vida.

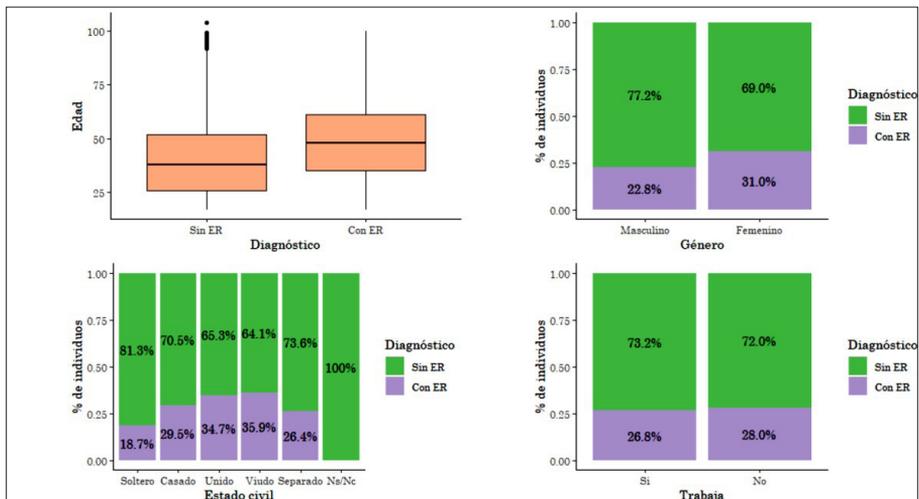
En este modelo, se busca predecir de manera temprana si el paciente manifiesta una enfermedad reumática.

Existe una gran cantidad de algoritmos para la selección de variables, en este caso, se utiliza el algoritmo Boruta. Para generar una serie de variables aleatorias también llamadas variables “sombra” permutándolas entre sí. Se usa el algoritmo Random Forest para calcular la importancia de cada variable donde si se detecta que la variable original está por debajo de la variable sombra, esta se descarta ya que su aporte al modelo es dudoso.

Las características de los individuos: edad, sexo, estado civil y si trabaja, se muestran en la figura 1 según el diagnóstico final del médico. La edad promedio de los individuos con ER es mayor y es más frecuente en las mujeres.

El porcentaje de pacientes que no trabajan y tienen ER es levemente mayor al porcentaje de pacientes que trabajan y tienen ER. Como se observa, parece que las ER son más frecuentes en personas mayores, mujeres, parejas unidas y que no trabajan (Cevallos-Torres, et al., 2019).

Figura 1. Características según diagnóstico.



Nota: Tomado de Instituto Tecnológico de Buenos Aires (p. 41) por R. K. Natalí, 2019.

En la **Tabla 2**, se muestra la distribución de personas con presencia de ER y la ausencia o presencia de comorbilidad. Según lo observado, la comorbilidad que más se asocia directamente en ER son la depresión y ansiedad.

Tabla 2. Distribución de personas según comorbilidades.

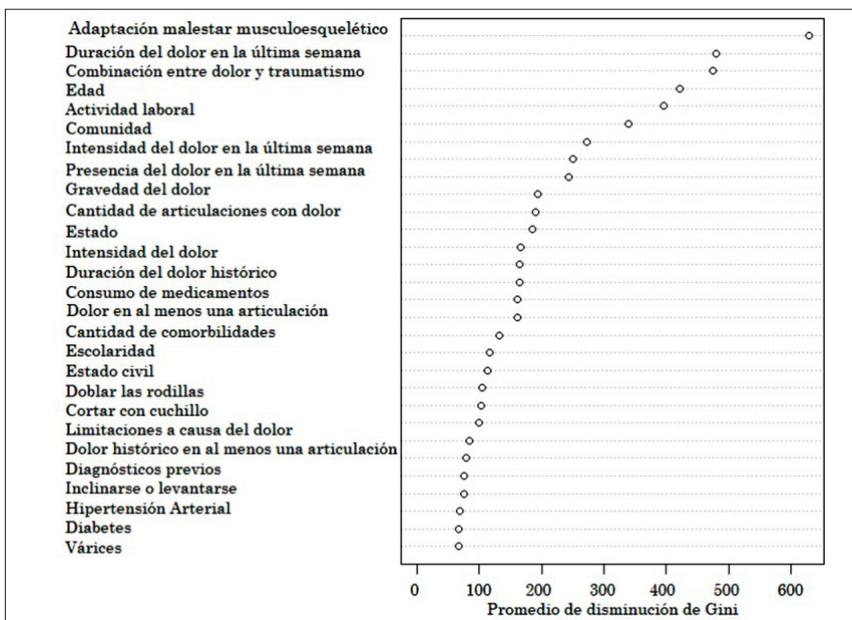
Comorbilidad	Ausencia de comorbilidad y presencia de ER	Presencia de comorbilidad y presencia de ER
Gastritis	27.2%	41.9%
Hipertensión Arterial	27.3%	43.0%

Comorbilidad	Ausencia de comorbilidad y presencia de ER	Presencia de comorbilidad y presencia de ER
Diabetes	28.7%	39.2%
Obesidad	27.9%	45.1%
Tabaquismo	29.4%	33.5%
Depresión	27.6%	54.1%
Ansiedad	27.9%	54.3%
Alcoholismo	28.9%	39.9%
Problemas cardiovascular-vasculares	29.1%	46.8%
Drogadicción	29.6%	37.9%

Fuente: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (p. 41) por R. K. Natalí, 2019.

Luego de obtener una clasificación más amplia de los datos, se procede a utilizar las variables en el modelo con el algoritmo Random Forest entrenándolo con diversos números de árboles (200, 300, 1000, 2000) y con diversos valores de *mtry* (2 a 10). Se obtuvo que el modelo con mejores resultados fue el que tuvo los siguientes parámetros: *mtry* = 10, *n tree* = 300.

Este modelo permite conocer cuál es la característica más relevante. La figura 2 muestra las características ordenadas según su importancia en el eje y una estimación de su importancia en el eje x. En este caso, la variable que más aporta en la predicción es la adaptación musculo esquelética.

Figura 2. Importancia de las variables según el algoritmo Random Forest.

Nota: Tomado de Instituto Tecnológico de Buenos Aires (p. 41) por R. K. Natalí, 2019.

Una vez corrido el modelo, Random Forest arroja una predicción del 85% donde las características que mayor importancia tuvieron fueron: Adaptación malestar musculoesquelético, duración del dolor, combinaciones entre dolor y presencia de traumatismo, edad y actividad laboral.

Naive Bayes

El algoritmo de clasificación Naive Bayes, es un clasificador probabilístico simple con fuerte suposición de independencia en el que proporciona una mejor predicción de clasificación en conjunto de datos en tiempo real que cualquier otro clasificador. Este algoritmo solo requiere una pequeña cantidad de datos de entrenamiento donde predice la clase de la instancia de prueba con la mayor probabilidad posterior (Mosquera, R., Castrillón, O., Parra, L., 2018, p. 155).

Las ventajas que tiene Naive Bayes son:

- Fácil y rápido de implementar.
- No requiere demasiada memoria y se puede utilizar para el aprendizaje en línea.
- Fácil de entender.

Las desventajas que tiene Naive Bayes son:

- Falla al estimar las características raras.
- Sufre al tener características irrelevantes.

Funcionamiento del algoritmo

La fórmula del Teorema de Bayes es la siguiente:

$$P(h|D) = \frac{P(D|h) P(h)}{P(D)}$$

Dónde:

- **P(h)**: es la probabilidad de que la hipótesis h sea cierta (independientemente de los datos). Esto se conoce como la probabilidad previa de h.
- **P(D)**: probabilidad de los datos (independientemente de la hipótesis). Esto se conoce como probabilidad previa.
- **P(h|D)**: es la probabilidad de la hipótesis h dada los datos D. Esto se conoce como la probabilidad posterior.
- **P(D|h)**: es la probabilidad de los datos d dado que la hipótesis h era cierta. Esto se conoce como probabilidad posterior.

En caso de que se tenga una sola característica, el clasificador Naive Bayes calcula la probabilidad de un evento en los siguientes pasos:

- **Paso 1:** calcular la probabilidad previa para las etiquetas de clase dadas.
- **Paso 2:** determinar la probabilidad de probabilidad con cada atributo para cada clase.
- **Paso 3:** poner estos valores en el teorema de Bayes y calcular la probabilidad posterior.
- **Paso 4:** ver qué clase tiene una probabilidad más alta, dado que la variable de entrada pertenece a la clase de probabilidad más alta.

Problema

Dada la información climática, decidir si es un buen día para jugar golf:

Cielo = Lluvioso, Temperatura = Templado, Humedad = Normal, Viento = Sí.

Tabla 3. Variables climáticas.

Cielo	Temperatura	Humedad	Viento	Se jugó
Lluvia	Calor	Alta	No	No
Lluvia	Calor	Alta	Sí	No
Nublado	Calor	Alta	No	Sí
Soleado	Templado	Alta	No	Sí
Soleado	Frío	Normal	No	Sí
Soleado	Frío	Normal	Sí	No
Nublado	Frío	Normal	Sí	Sí
Lluvia	Templado	Alta	No	No
Lluvia	Frío	Normal	No	Sí
Soleado	Templado	Normal	No	Sí
Lluvia	Templado	Normal	Sí	Sí
Nublado	Templado	Alta	Sí	Sí
Nublado	Calor	Normal	No	Sí

Cielo	Temperatura	Humedad	Viento	Se jugó
Soleado	Templado	Alta	Sí	No

Se comienza tomando las probabilidades totales de cuando sí se jugó y cuando no, de la última columna de la tabla 4.

$$P(\text{Sí}) = \frac{9}{14}$$

$$P(\text{No}) = \frac{5}{14}$$

Ahora, con toda la información de la tabla 4, se forma las tablas de frecuencia, tabla 5. Cada tabla de frecuencia cruza una característica climática que se midió contra el resultado final de cada día en el campo de golf. Es decir, si se jugó o no, armando una probabilidad en cada intersección.

Tabla 4. Tablas de frecuencia.

		Jugar golf	
		Sí	No
Cielo	Soleado	3 (3/9)	2 (2/5)
	Nublado	4 (4/9)	0 (0/5)
	Lluvioso	2 (2/9)	3 (3/5)

		Jugar golf	
		Sí	No
Temperatura	Calor	2 (2/9)	2 (2/5)
	Templado	4 (4/9)	2 (2/5)
	Frío	3 (3/9)	1 (1/5)

		Jugar golf	
		Sí	No
Humedad	Alta	3 (3/9)	4 (4/5)
	Normal	6 (6/9)	1 (1/5)

		Jugar golf	
		Sí	No
Viento	Sí	3 (3/9)	3 (3/5)
	No	6 (6/9)	2 (2/5)

Con la información de las tablas de frecuencia, se calcula para cada clase del espacio muestral, la probabilidad de que el conjunto de datos X pertenezca a la clase evaluada.

C = Sí

$$\begin{aligned}
 P(X|Sí) &= P(\text{Cielo} = \text{Lluvia}|Sí) \cdot P(\text{Temperatura} = \text{Templado}|Sí) \\
 &\quad \cdot P(\text{Humedad} = \text{Normal}|Sí) \cdot (Viento = \text{Sí}|Sí) \\
 &= \frac{2}{9} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{6}{9} \cdot \frac{3}{9} \\
 P(X|Sí)P(Sí) &= \frac{2}{9} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{6}{9} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{9}{14} \approx 0,0141
 \end{aligned}$$

C = No

$$\begin{aligned}
 P(X|No) &= P(\text{Cielo} = \text{Lluvia}|No) \cdot P(\text{Temperatura} = \text{Templado}|No) \\
 &\quad \cdot P(\text{Humedad} = \text{Normal}|No) \cdot (Viento = \text{Sí}|No) \\
 &= \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{5} \\
 P(X|No)P(No) &= \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{14} \approx 0,0102
 \end{aligned}$$

Ahora nos damos cuenta que también es posible calcular la probabilidad total de X , o dicho de otra forma, el valor de evidencia para el problema que tratamos de resolver.

$$P(X) = \sum_{i=0}^n P(C_i|x) P(C_i) = P(Sí|x)P(Sí) + P(No|x)P(No)$$

$$P(Sí|x) = \frac{0,0141}{0,0243} \approx 0,5783$$

$$P(No|x) = \frac{0,0102}{0,0243} \approx 0,4216$$

Un clasificador Naive Bayes toma como resultado la clasificación que tenga una probabilidad más alta de estar relacionada con el conjunto de datos nuevo. En este caso, la clase Sí es la que tiene el valor de probabilidad más alto.

Problema basado en enfermedad (Cáncer de mama)

Se propone un modelo predictivo para detectar el cáncer de mama, basado en las siguientes variables: edad, peso, talla, índice de masa corporal, escolaridad, estrato socioeconómico, seguridad social, fumador, cuando dejo de fumar, fumador pasivo, consume licor, cantidad de licor, herencia familiar de cáncer, edad de la menarca, menopausia, embarazos, partos, edad del primer parto, lactancia, consumo de anticonceptivos orales, cuanto años consumió anticonceptivos orales, tiempo de suspensión de anticonceptivos orales, terapia de reemplazo hormonal y presencia del gen GSTM1. (Castrillón, O., Castaño, E., Castillo, L., 2018, p. 257). Se toma como referencia a pacientes del país de Colombia donde se define dos bases de datos, una de personas con cáncer y otra de personas sin cáncer. La metodología propuesta define y entrena un sistema de clasificación bayesiano donde se crea una base de datos con pacientes con y sin cáncer en el que se requiere validar los aciertos y errores para reconocer esta enfermedad, dando como resultado un porcentaje de aciertos del 100%.

La metodología propuesta para la detección del cáncer de mama, se divide en los siguientes pasos:

Paso 1. Base de datos: Se define una sola base de datos para el entrenamiento del modelo predictivo donde las columnas de la tabla representan las variables definidas.

Tabla 5. Características de la base de datos.

Paciente	Características								¿Cáncer?
1	C1	C2	C3	C23	C24	
...									
N									

Nota: C1 = Edad, C2 = peso, C3 = talla, C4 = índice de masa corporal.

En la tabla 6, C1 = Edad, C2 = peso, C3 = talla, C4 = índice de masa corporal, ..., C24 = presencia del gen GSTM1.

Paso 2. Formalización matemática: Se define una función de probabilidad según el sistema de ecuaciones propuesto por Duda, Hart y Stork (2001, p. 41):

$$P_i(x) = X^t W_i X + w_i x + w_{io}$$

Donde,

$$W_i = -\frac{1}{2} \sum_i^{-1} u_i$$

$$W_i = \sum_i^{-1} u_i$$

$$W_{io} = -\frac{1}{2} u_i^t \sum_i^{-1} u_i - \frac{1}{2} \ln(|\sum_i|) + \ln(k)$$

Paso 3. Algoritmo de selección y clasificación: Este paso emplea las diferentes ecuaciones de entrenamiento para obtener un resultado de acierto del

100% logrando una efectividad con un mínimo de 5 características donde se identifica de manera correcta la enfermedad.

La metodología se centra en la implementación de algoritmos de selección y clasificación que permitan identificar las características más relevantes para predecir la gravedad del paciente. Para esto, se utilizan métodos basados en técnicas como Random Forest y regresión logística, complementadas con modelos matemáticos que optimizan la precisión de las predicciones. Uno de estos enfoques puede incluir el uso de análisis de componentes principales (PCA) para reducir la dimensionalidad de los datos y seleccionar únicamente las variables más informativas.

El modelo matemático que sustenta esta fase puede representarse siguiendo los siguientes pasos:

- La probabilidad de que el paciente sea clasificado como grave.
- El término independiente del modelo.
- Representación de los coeficientes asociados a cada variable

Este modelo se entrena utilizando el conjunto de datos seleccionado y se valida mediante técnicas de validación cruzada para garantizar su robustez. Además, se evalúa el rendimiento del modelo con métricas como precisión, sensibilidad, especificidad y la curva ROC.

Finalmente, se prueban diferentes configuraciones del algoritmo para encontrar la combinación óptima de características, logrando identificar correctamente la gravedad de los pacientes con al menos un 95% de efectividad, minimizando errores de clasificación y mejorando la eficiencia del sistema hospitalario.

EVALUACIÓN COMPARATIVA Y VALIDACIÓN CLÍNICA

Es fundamental comparar los resultados obtenidos con diferentes algoritmos para seleccionar el más adecuado. Además, el modelo debe ser validado clínicamente mediante pruebas piloto en hospitales, recopilando retroalimentación de profesionales de la salud para ajustar su desempeño.

En conclusión, la metodología aquí presentada destaca el potencial de la inteligencia artificial para transformar la gestión hospitalaria, permitiendo una asignación más eficiente de recursos y mejorando la atención a los pacientes. Con una implementación adecuada, estas herramientas pueden ser clave para enfrentar retos actuales y futuros en el ámbito de la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayesiano para Detección del Cáncer de Mama. *Información tecnológica*, 29(3), 257-270. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300257>
- Carrión, Rafael. (2020). *PREDICCIÓN DE PRECIOS DE CRIPTOMONEDAS CON RANDOM FOREST*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid
- Castrillón, Omar D., Castaño, Eduardo, & Castillo, Luis F., (2018). *Sistema Predictivo*
- Cevallos-Torres, L., Botto-Tobar, M., Cevallos-Torres, L., & Botto-Tobar, M. (2019). Random variable generation methods. *Problem-Based Learning: A Didactic Strategy in the Teaching of System Simulation*, 59-86.
- Cevallos-Torres, L., Botto-Tobar, M., Cevallos-Torres, L., & Botto-Tobar, M. (2019). Monte Carlo simulation method. *Problem-based learning: a didactic strategy in the teaching of system simulation*, 87-96.
- Golpe, R., Blanco, N., Castro-Añón, O., Corredoira, J., García-Pais, M. J., Pérez-de-GuanWJ, NiZY, HuY, LiangWH, OuCQ, HeJX, et al. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *The New England Journal of Medicine*.
- Informe técnico. (2020). *Enfermedad por coronavirus, COVID-19. Actualización*. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.
- Ingrid Asuar Geisselmann, Santiago Martínez Torre, Inmaculada Gómez Molinero, Emilio Morales Calahorro, Stefanie Larumbe Milla. (2020). Formas atípicas de presentación de la enfermedad COVID-19 observadas en atención primaria, *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, Volume 27, Issue 9, Pages 469-475, ISSN 1134-2072, <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2020.06.002>
- Llano, L. A., Rabuñal, R., Romay, E., Suárez, R., & en representación del grupo COVID19 de Lugo (2020). Factores asociados al ingreso hospitalario en un protocolo asistencial en COVID-19 [Factors Associated to Hospital Admission

in a Care Protocol in COVID-19]. *Archivos De Bronconeumologia*, 56(10), 676–677. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.05.038>

Natalí, R., (2019). *Predicción de pacientes con enfermedades reumáticas*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Tecnológico de Buenos Aires - ITBA.

World Health Organization. (2020). *Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*.

CAPÍTULO IV

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTAL: ENFOQUE EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

GRACE VITERI GUZMÁN
FRANCISCO CEDEÑO TROYA

RESUMEN

El capítulo aborda la estrategia tecnológica en la administración de la información documental con enfoque en inteligencia artificial (IA), destacando su relevancia para la transformación digital en América Latina. La implementación de la IA ofrece oportunidades para optimizar procesos documentales, mejorar la accesibilidad a la información y aumentar la eficiencia operativa. No obstante, la región enfrenta desafíos significativos relacionados con la infraestructura tecnológica, la falta de políticas claras y la necesidad de capacitación especializada para aprovechar estas tecnologías de manera efectiva.

El estudio también analiza principios clave de la gestión documental, como la clasificación eficiente, el uso de sistemas especializados y la integración de IA en procesos como la digitalización, organización y recuperación de información. Además, se exponen herramientas de gestión documental como Factorial, DocuWare y Lexzur, que pueden considerarse estrategias clave para implementar la IA de manera práctica. Estas herramientas ofrecen funcionalidades avanzadas que apoyan la interoperabilidad, cumplen con normativas de protección de datos y promueven la transparencia. Asimismo, se presentan casos de éxito en América Latina y se proponen recomendaciones para superar barreras mediante inversiones en tecnología, diseño de políticas públicas y desarrollo de capacidades, lo que permitirá aprovechar plenamente el potencial transformador de la IA en la región.

Palabras clave: Transformación digital, Gestión documental, Tecnologías disruptivas, Inteligencia artificial (IA), América Latina.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en América Latina representa una oportunidad significativa para impulsar el desarrollo económico y social en la región. Sin embargo, este proceso enfrenta desafíos estructurales, como la baja capacidad de crecimiento, alta desigualdad y debilidad institucional, que obstaculizan su avance. Hernández, Moscoso & Álvarez (2024) en su estudio analizan la implementación de Inteligencia Artificial (IA) y Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) en la gestión documental jurídica en los GAD de la provincia El Oro del Ecuador, destacando bajo conocimiento en tecnologías, barreras como falta de capacitación y políticas claras, por lo que recomiendan capacitación, políticas específicas e inversiones en infraestructura.

La digitalización puede ser una herramienta poderosa para abordar estos problemas, pero requiere ser considerada como un elemento fundamental de las agendas nacionales de desarrollo. En este contexto, (García, 2022) señala que la administración documental adquiere una relevancia crucial en la era de la información, y menciona que una gestión documental eficiente facilita el acceso, organización y preservación de la información, elementos esenciales para la toma de decisiones y la transparencia en las organizaciones. La implementación de tecnologías digitales en la gestión documental puede mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los servicios ofrecidos.

La inteligencia artificial (IA) emerge como un catalizador del cambio en la gestión documental. Su aplicación permite automatizar procesos, mejorar la precisión en la clasificación de documentos y optimizar la recuperación de información. Además, la IA puede contribuir a superar desafíos en la protección de datos personales y en la organización de documentos electrónicos (ICA, 2024).

El propósito de este capítulo es explorar el impacto de la IA en la administración documental dentro del contexto de América Latina. Se examinan las oportunidades que ofrece la IA para mejorar la gestión documental, así como los desafíos que enfrenta la región en términos de infraestructura, capacita-

ción y cambio cultural necesarios para su implementación efectiva. Este estudio proporciona una visión integral de cómo la IA puede ser una herramienta estratégica para potenciar la transformación digital en América Latina.

CONTEXTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN AMÉRICA LATINA

La inteligencia artificial (IA) está emergiendo como una herramienta clave para la gestión de la información documental en América Latina. A continuación, en la siguiente sección se analizan aspectos fundamentales como el desarrollo tecnológico en la región, los retos en infraestructura y digitalización, y las políticas públicas y esfuerzos colaborativos para la adopción de la IA.

Fundamentos para la Adopción de la IA en América Latina: Desarrollo, Retos y Políticas

América Latina ha experimentado avances significativos en la adopción de tecnologías digitales en la última década. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2023), se prevé que la IA contribuirá hasta un 5,4% del PIB de la región para 2030, equivalente a aproximadamente 0,5 billones de dólares. Sin embargo, esta cifra es inferior a la de América del Norte, que se estima en más del 14,5% para el mismo período, lo que indica que la región aún enfrenta desafíos para alcanzar su pleno potencial en el ámbito de la IA. Por otro lado, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2023), menciona que la penetración de internet en la región alcanzó aproximadamente el 80% de la población a finales de 2023. Este crecimiento ha sentado las bases para la implementación de soluciones basadas en IA en diversos sectores, incluyendo la administración de información documental.

En Ecuador, diversas investigaciones exploran cómo la Inteligencia Artificial mejora los servicios de gobiernos locales, destacando la digitalización de los GAD municipales como clave para agilizar los trámites administrativos en el sector público. Uno de los proyectos destacados es el de Barragán-Martínez (2023), quien analiza la situación de la IA en Ecuador comparándola con países líderes del Cono Sur, enfatizando inversión, innovación e implementación. Su estudio explora cómo la tecnología puede mejorar procesos públicos, reducir ineficiencias y beneficiar tanto a instituciones como a

ciudadanos. Por otro lado, en Colombia, Montesino Linares (2021), analiza cómo la transformación digital del gobierno de Colombia ha evolucionado a través del uso de herramientas tecnológicas. Este enfoque busca optimizar la eficiencia en la gestión de recursos, incrementar la transparencia y la trazabilidad en los procesos administrativos y contractuales, facilitar decisiones basadas en datos y minimizar los sesgos en el sector público.

A pesar de los estudios y avances, persisten desafíos significativos en términos de infraestructura y digitalización. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE/CAF, 2022) señala que la limitada inversión en IA y su lenta penetración reflejan un ecosistema tecnológico que aún se está desarrollando en la región. Además, la falta de acceso a datos y la dependencia tecnológica son obstáculos que dificultan la plena adopción de la IA. Estos desafíos son particularmente relevantes en el contexto de la gestión de información documental, donde la digitalización y el acceso a tecnologías avanzadas son esenciales para la eficiencia y eficacia de los procesos.

Sin embargo, los gobiernos de la región han reconocido la importancia de la IA y han comenzado a desarrollar políticas estratégicas para su adopción. Que varios países latinoamericanos están avanzando en la construcción de políticas estratégicas para dominar la inteligencia artificial con el fin de responder a diferentes problemáticas de desarrollo. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2023) ha presentado documentos con recomendaciones para una transformación digital efectiva que ayude a América Latina y el Caribe a superar las barreras que impiden su desarrollo.

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA EN LA GESTIÓN DOCUMENTAL: FUNDAMENTOS

La gestión documental es esencial para el funcionamiento eficiente de las organizaciones, y la integración de estrategias tecnológicas basadas en inteligencia artificial (IA) puede optimizar significativamente estos procesos. A continuación, se abordan los principios y buenas prácticas en la gestión documental, así como los elementos clave de una estrategia tecnológica orientada por IA.

Principios y buenas prácticas en la gestión documental

Una gestión documental efectiva se basa en principios fundamentales que garantizan la organización, accesibilidad y seguridad de la información. Entre las mejores prácticas se incluyen:

- a. **Clasificación y etiquetado eficiente:** La clasificación y etiquetado eficiente son pilares fundamentales en cualquier sistema de gestión documental, especialmente cuando se integran tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA). Este proceso implica asignar una estructura lógica a los documentos, organizándolos según criterios previamente establecidos, como temática, tipo de contenido, fecha, autor o importancia.
- b. **Uso de un Sistema de Gestión Documental (SGD):** Implementar un SGD permite la digitalización, almacenamiento seguro y acceso controlado a los documentos, mejorando la eficiencia operativa (DocuWare, 2022). Como lo señalan (Cruz & Cárdenas, s.f.) que, mediante estas tecnologías, los GAD pueden garantizar que los documentos cumplan con los estándares legales, disminuyendo la intervención humana y reduciendo errores. También mejoran la accesibilidad y consulta, promoviendo una administración más eficiente y transparente.

Elementos clave de una estrategia tecnológica orientada por IA

Diagnóstico organizacional

Según (Robledo, 2019), señala que antes de implementar tecnologías basadas en IA, es crucial realizar un diagnóstico exhaustivo de la organización para identificar necesidades, capacidades y áreas de mejora. Este análisis permite adaptar la estrategia tecnológica a los objetivos específicos de la entidad y asegurar una implementación efectiva.

Selección de tecnologías disruptivas

La elección de tecnologías adecuadas es fundamental para el éxito de la gestión documental. La IA ofrece soluciones innovadoras que optimizan la orga-

nización, almacenamiento y acceso a los documentos empresariales. Olmedo (2023) menciona en su estudio que el uso de herramientas basadas en IA no solo revoluciona la creación de documentos jurídicos, sino que también facilita una gestión más eficiente y uniforme de estos. Por ejemplo, herramientas como Google Cloud Document AI y Alfresco permiten automatizar la extracción de datos y la clasificación de documentos, mejorando la precisión y eficiencia en la gestión documental (Incentro, 2024).

Capacitación y cambio cultural

La integración de IA en la gestión documental requiere una transformación cultural dentro de la organización. Es mencionado en Prosci (s.f.) que es esencial capacitar al personal en el uso de nuevas tecnologías y fomentar una cultura de innovación y adaptación al cambio. La gestión del cambio cultural facilita la adopción efectiva de la IA, asegurando que los empleados comprendan y aprovechen las ventajas de estas herramientas.

Consideraciones para uso de la Inteligencia Artificial

A modo de refuerzo, Ortín (2023) señala que, si un país busca implementar inteligencia artificial para agilizar los trámites administrativos en las entidades públicas, debe considerar aspectos, como el origen de los datos, el diseño de los algoritmos, la valoración de documentos, la calidad de los sistemas de gestión documental, las leyes que regulan el acceso a la información, y la interoperabilidad entre los sistemas documentales y la IA. El autor realizó un estudio de la gestión documental en las entidades públicas en Perú, y bien puede considerarse estos aspectos para los países de Latinoamérica, y para la empresa privada y pública:

- El origen de la fuente de datos: Es crucial que los datos utilizados en IA provengan de fuentes confiables y gestionadas bajo sistemas documentales que aseguren su legalidad y precisión. Esto incluye garantizar que no se expongan datos clasificados o protegidos, cumpliendo con normativas de confidencialidad y seguridad.
- El creador del algoritmo que procesa los datos: Los algoritmos empleados deben desarrollarse dentro de la entidad para proteger la integridad y el uso ético de los datos. Externalizar su creación podría

poner en riesgo la confidencialidad y dar lugar a intereses externos o comerciales.

- La valoración de los documentos y datos a utilizar: Antes de implementar IA, es fundamental realizar un análisis detallado del valor documental para garantizar que los datos sean relevantes, confiables y que cumplan con regulaciones archivísticas y de gestión documental.
- Los sistemas de gestión documental en las entidades públicas: La integración de sistemas de gestión documental electrónicos permite un manejo seguro y eficiente de la información, asegurando el cumplimiento de normativas archivísticas y protegiendo datos sensibles a través de esquemas de metadatos.
- Las leyes y el acceso a la información: Normativas como la Ley de Transparencia y Acceso a la Información y la Ley de Protección de Datos Personales son esenciales para garantizar la confidencialidad y el uso ético de la información en sistemas impulsados por IA en la administración pública o privada.
- Interoperabilidad entre sistemas de gestión documental e inteligencia artificial: La interoperabilidad es clave para compartir datos entre diferentes sistemas dentro de una entidad. Esto permite un uso eficiente de la IA, asegurando trazabilidad, gobernanza y restricciones de acceso conforme a normativas.

APLICACIONES DE LA IA EN LA ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

La gestión eficiente de la información documental se ha tornado un punto importante dentro de las organizaciones considerando la generación continua de archivos digitales lo que conlleva la dificultad de almacenar y catalogar la información, para que sea accesible por los diferentes usuarios internos y externos de la empresa. La inteligencia artificial en la actualidad se encuentra revolucionando la forma en que realizamos los procesos cotidianos y por ende la forma en que se lleva y genera la información.

En la actualidad, los documentos son un tema central en la archivística, vinculándose con disciplinas como la administración de bibliotecas, los siste-

mas tecnológicos y la gestión del conocimiento. Los documentos se utilizan en diversos contextos, con contenidos y características particulares que les otorgan diferentes significados. Por ello, es fundamental especificar su tipo, formato y ámbito de uso, aspectos que distinguen la gestión de documentos corporativos. (Hernández, 2022).

Según Granizo Espinoza (2023) la gestión documental es un proceso relacionado con el concepto de *records management*. Este término abarca todas las formas de datos e información que sirven como evidencia del desempeño y desarrollo de las actividades propias de las instituciones y organizaciones. Este proceso garantiza la organización, el control y una mejora en el desempeño general.

Las organizaciones y los sistemas de información que se emplean en la automatización de los procesos generan diferentes tipos de formatos de archivos que son parte del diario procesamiento de datos podemos indicar que se generan facturas en formato .pdf, presentaciones de directorio o de productos en formatos .pptx, videos, imágenes o brochures para la promoción de la marca y los servicios entre otros documentos, pero todos ellos son susceptibles de almacenamiento y cada uno tendrá su propio tratamiento acorde a la reglamentación interna de la empresa o de los entes de control externo.

Se puede indicar también que la administración documental es un proceso clave para garantizar la gestión eficiente de los documentos dentro de una organización y podemos determinarlo de la siguiente manera:

- Identificar los documentos importantes, como contratos, políticas, registros financieros o de personal, que requieren un manejo adecuado.
- Clasificar los documentos por su naturaleza e importancia, en categorías que faciliten su gestión.
- Almacenar en lugares seguros y accesibles, utilizando un sistema claro que permita localizarlos fácilmente.
- Mantener control de versiones para asegurar el uso de la versión correcta, especialmente en documentos que se actualizan frecuentemente.
- El acceso debe restringirse únicamente al personal autorizado, mediante políticas claras de permisos.

- Establecer plazos específicos para la retención, eliminación o archivo de los documentos, siguiendo las normativas aplicables.
- Garantizar la seguridad de los archivos mediante medidas físicas, como cerraduras y cámaras, así como electrónicas, como contraseñas y cifrado.
- Actualizar y revisar regularmente para garantizar su precisión y relevancia.

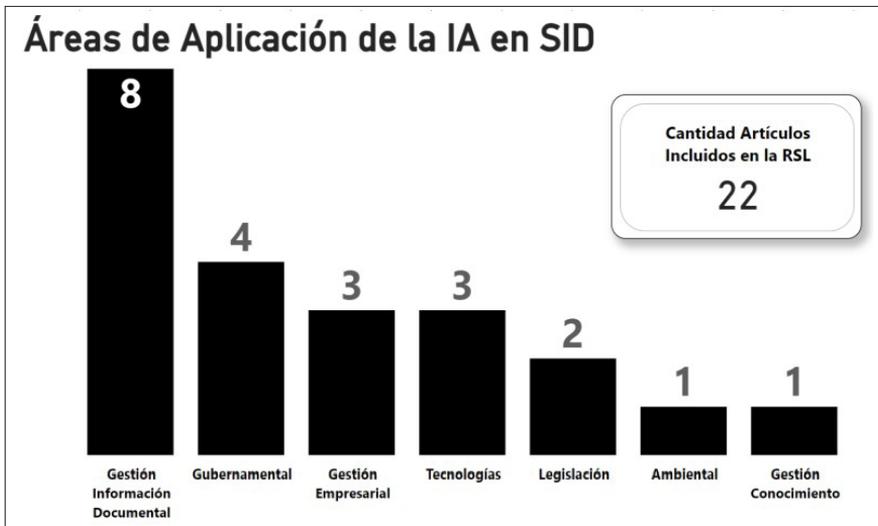
Este enfoque integral asegura que los documentos sean gestionados de manera organizada, segura y eficiente (Logistics, 2023).

La gestión documental tradicional maneja todos los puntos que se indican en el párrafo anterior, pero la gestión de la información digital también considera estos aspectos, pero los agrupa en cuatro procesos: captura de documentos, organización y almacenamiento, conservación y preservación, acceso y consulta.

- La captura de los documentos considera la digitalización de los documentos físicos para su conversión a archivos digitales por lo general en formato .pdf, los clasifica por fecha, tipo de documento por su contenido y relevancia para la organización, por último, se indexa los documentos agregando metadatos para facilitar la búsqueda del archivo.
- Organización y almacenamiento, los sistemas de gestión documental permiten ahorrar costos en espacios físicos al mantener los documentos en formato digital estos pueden almacenarse en la nube lo que permite el acceso remoto los documentos desde cualquier punto con acceso al sistema de gestión documental.
- Conservación y preservación los documentos digitales a diferencia de un archivo físico puede mantenerse en el paso del tiempo sin deteriorarse no son propensos a daños por polvo o agua, pues el documento digital se respalda de forma periódica en servidores backup o en medios de almacenamiento externos.
- Acceso y consulta, un sistema de gestión documental permite un control superior al acceso de los documentos, permitiendo crear grupos con diferentes niveles de restricción como, lectura, edición o comen-

tador, estos niveles por área o por usuario (Logistics, 2024). Finalmente Camargo & Zambrano (2024) en su trabajo de revisión literaria identifica las aplicaciones que la inteligencia artificial tiene en la gestión documental en diferentes campos del conocimiento.

Figura 1. Aplicaciones de la IA en sistemas de gestión documental.



Como se detalla en la figura de los 22 artículos analizados, 8 corresponden al área de gestión de información documental, 4 al sector gubernamental, 3 al ámbito de gestión administrativa y 3 al área de tecnologías, entre otros sectores. Esto nos deja identificar que la gestión de la información digital mediante plataformas informáticas cubre varios sectores económicos e industriales tal como se detalla en la investigación de (Camargo & Zambrano, 2024).

La inteligencia artificial en los sistemas de gestión documental

La inteligencia artificial se integra en los sistemas de gestión documental a través de diversas tecnologías como el procesamiento de lenguaje natural (PLN), el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y el aprendizaje automático (machine learning). Estas herramientas permiten que los sistemas de

gestión de documentos sean más eficientes, inteligentes y automatizados (La era digital, 2024).

La inteligencia artificial representa un enfoque revolucionario para la gestión documental, al facilitar la automatización inteligente de procesos. Esta tecnología impulsa significativamente la eficiencia, permitiendo a las empresas optimizar sus operaciones y maximizar el aprovechamiento de sus recursos. Además de funciones clave como la clasificación y organización de documentos, la automatización inteligente ofrece una amplia variedad de beneficios que transforman la manera en que las empresas gestionan su información (Blanch, 2023).

La automatización de la gestión documental a través de la inteligencia artificial ofrece diferentes beneficios que superan las capacidades de los sistemas tradicionales de gestión documental sin IA, entre los beneficios podemos mencionar:

- **Extracción precisa de información:** las tecnologías avanzadas como el procesamiento de lenguaje natural y el aprendizaje automático, permite que la IA pueda extraer datos específicos (nombres, fechas, números, etc.) de forma precisa y confiable. Esto no solo reduce errores humanos, sino que también mejora la calidad de la información procesada (Perfetto et al., 2023).
- **Adaptabilidad y flexibilidad:** Los sistemas de IA pueden ajustarse y evolucionar con el tiempo, adaptándose a nuevos tipos de documentos y estructuras según las necesidades específicas de la organización. Esto es especialmente valioso en entornos donde los requisitos de gestión documental cambian constantemente.
- **Mejora continua:** A medida que los sistemas de inteligencia artificial reciben más datos y retroalimentación, su rendimiento se optimiza de manera progresiva. Esto garantiza una mejora constante en tareas como la detección, clasificación y procesamiento de documentos (Canteli, 2024).
- **Reconocimiento de patrones complejos:** La IA es capaz de identificar patrones y detalles en los documentos que serían difíciles de detectar mediante métodos convencionales, lo que permite clasificaciones más precisas y la identificación de información relevante, incluso en casos de alta complejidad.

- **Mayor velocidad y eficiencia:** La capacidad de la inteligencia para procesar grandes volúmenes de documentos rápidamente minimiza los tiempos de espera y reduce el esfuerzo manual. Esto incrementa la productividad y permite a las organizaciones responder con mayor rapidez a sus necesidades documentales.

Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)

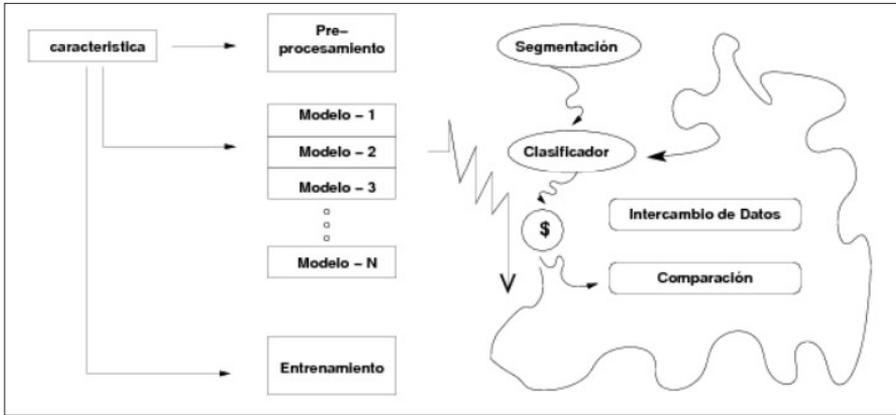
La tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) y el Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) son fundamentales en este ámbito, ya que se integran como elementos esenciales en las soluciones de aprendizaje automático.

El OCR se encarga de convertir el texto de imágenes escaneadas en un formato digital editable, mientras que el PLN se ocupa de analizar dicho texto para comprender su significado y contexto. Esta sinergia permite una clasificación textual efectiva y precisa, mejorando así los procesos de gestión documental y la extracción de información clave (Parsedoc, 2023).

La tecnología OCR se compone de tres pasos fundamentales, 1) la captura o digitalización de la imagen esto realizado a través de escáner o fotografías que donde la calidad de la imagen sea de buena definición. 2) El procesamiento de la imagen capturada busca optimizar la calidad eliminando el ruido, contraste y la distorsión de los caracteres. 3) Finalmente el reconocimiento examina la imagen identificando caracteres y palabras individuales a través de patrones y algoritmos de aprendizaje automático.

Romo (2018) en su trabajo Software de reconocimiento óptico de caracteres menciona que existen técnicas para el procesamiento y reconocimiento de caracteres entre las que menciona los elementos.

Entre ellos podemos indicar el sensor, que permite el ingreso de los datos, luego se segmentan y agrupan los elementos y objetos uno por uno, extrae las características de los objetos con medidas o cualidades similares, los clasifica y procesa permitiendo simplificar las operaciones en el reconocimiento sin que se pierda la información relevante a los patrones finalmente se considera procesamiento a posteriori los que se realiza es mostrar el porcentaje de eficiencia del procesamiento de los caracteres considerando la máxima eficiencia y el mínimo de errores.

Figura 2. Elemento del reconocimiento de patrones.

Innovaciones y Herramientas en la Gestión Documental con IA

La inteligencia artificial tiene su origen en la simulación de la inteligencia humana a través de dispositivos tecnológicos, siendo capaz de replicar habilidades como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad e incluso la planificación. Dentro de las empresas la IA es una herramienta que permite simplificar procesos y mejorar la productividad, sin embargo, la adopción de la IA exige un enfoque estratégico; por lo tanto, es esencial que la dirección tome un rol proactivo y se posicione a la vanguardia de estas innovaciones tecnológicas para aprovechar al máximo su potencial (Pannuti, 2024).

La inteligencia artificial como se ha mencionado está cambiando como las tecnologías ayudan a la automatización, mejora y optimización de los procesos de las organizaciones, siendo los impulsores de la transformación de las empresas orientándose a la toma de decisiones basados en inteligencia artificial (Diestra et al., 2021).

La gestión de la información digital a través de los sistemas de gestión documental ayuda a las empresas a mantener un control de la documentación que generan a través de sus diferentes sistemas permitiendo almacenarlos y organizarlos para posteriormente acceder a ellos mediante estas herramientas que como se detallan brindan diferentes beneficios en la optimización de la administración de la documentación digital.

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DOCUMENTAL CON INTEGRACIÓN DE IA

En el mercado podemos encontrar un sin fin de sistemas informáticos, pero entre esta podemos mencionar algunas como:

- Factorial, es una plataforma diseñada para la gestión documental de forma centralizada y segura en línea. Destaca por integrar inteligencia artificial para la automatización de flujos de trabajo, la generación automática de resúmenes y el envío masivo de documentos. Su enfoque está en la optimización de procesos administrativos y de recursos humanos, brindando acceso remoto y funcionalidades avanzadas para la gestión eficiente de información (Romero, 2024).
- Lexzur, es una herramienta especialmente diseñada para departamentos legales. Facilita la gestión del ciclo de vida de contratos y documentos legales mediante la automatización de procesos clave, como la generación de contratos y el seguimiento de vencimientos. También incorpora funcionalidades como firma digital, almacenamiento centralizado y flujos de trabajo (Lexzur, 2024).
- DocuWare, es un software robusto para la gestión documental que ofrece almacenamiento centralizado, automatización de flujos de trabajo y firma digital segura. Su integración con otras herramientas permite gestionar documentos de manera eficiente en múltiples departamentos. Además, su enfoque en la seguridad y el cumplimiento normativo lo convierte en una opción confiable para empresas de diferentes sectores (Ayerdi, 2024).
- DocuSign, es líder en soluciones de firma electrónica y gestión documental. Permite la firma, envío y almacenamiento seguro de documentos, con un enfoque en la simplificación de procesos empresariales. Sus flujos de trabajo automatizados y su amplia integración con herramientas de productividad la convierten en una solución versátil para organizaciones de cualquier tamaño. Además, garantiza el cumplimiento de normativas internacionales en seguridad y privacidad (DocuSign, 2023).

Cada una de las plataformas brinda diferentes características que permiten al usuario final como a la organización mantener un control de su información independiente de la naturaleza del archivo y del giro del negocio.

Tabla 1. Cuadro comparativo de sistemas de gestión documental.

Funcionalidad / Herramienta	Factorial	Lexzur	DocuWare	Panda Doc	DocuSign
Automatización de flujos de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓
Gestión del ciclo de vida de documentos	✓	✓	✓	✓	✓
Envío masivo de documentos	✓	✗	✗	✓	✓
Firma digital y electrónica	✓	✓	✓	✓	✓
Almacenamiento centralizado	✓	✓	✓	✓	✓
Integración con otras plataformas	✓	✓	✓	✓	✓
Análisis y seguimiento de documentos	✗	✗	✓	✓	✓
Cumplimiento normativo de seguridad	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración de los autores.

En la tabla podemos observar cómo cada herramienta abarca diferentes funcionalidades que le permiten adaptarse a los requerimientos organizacionales además de contar con algoritmos de inteligencia artificial que permite ser intuitivo en la identificación y clasificación de la información.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial (IA) se posiciona como una herramienta estratégica clave para la modernización de la gestión documental, especialmente en América Latina. Su implementación puede mejorar la clasificación, recuperación y análisis de información, abordando desafíos críticos como la protección de datos y la interoperabilidad entre sistemas. Sin embargo, para maximizar su impacto, es esencial superar barreras como la falta de infraestructura tecnológica, marcos regulatorios claros y la escasez de personal capacitado. En este contexto, las herramientas descritas en el capítulo, como Factorial, DocuWare y Lexzur, destacan por su capacidad de automatizar flujos de trabajo, integrar sistemas y garantizar un manejo ético y eficiente de la información.

Estas herramientas representan un componente esencial para diseñar estrategias que potencien el uso de la IA en la región. Con su capacidad de adaptarse a necesidades específicas y cumplir con normativas internacionales, ofrecen soluciones prácticas para optimizar la administración documental en entornos públicos y privados. Su adopción, combinada con una visión estratégica que incluya inversión en tecnología, políticas públicas sólidas y programas de formación, permitirá transformar la gestión documental en un catalizador para el desarrollo sostenible de América Latina.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ayerdi, A. (2024, 11 14). *La firma digital de documentos: una herramienta fundamental en la era digital*. DocuWare. Retrieved 12 19, 2024, from <https://start.docuware.com/es/blog/firma-digital-dedocumentos>
- 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.
- Blanch, L. (2023, 08 14). *Inteligencia Artificial (IA) en la Gestión Documental*.
- GADA-I. Retrieved 12 18, 2024, from <https://www.gada-i.com/blog/gestion-documental/inteligencia-artificial-en-la-gestiondocumental/>
- Camargo Niño, C., & Zambrano Rivera, S. (2024). Uso de inteligencia artificial en los sistemas de información documental. Una revisión sistemática de literatura

- 2013-2023. *En Ágora de Heterodoxias*: Vol 10, N2 (Números 2443-4361, pp. 23-46). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13179067>
- Canteli, A. (2024, 09 24). *Uso de la IA Generativa en la Automatización del Proceso de Clasificación de Documentos*. OpenKM. Retrieved 12 18, 2024, from <https://www.openkm.com/es/blog/uso-de-la-ia-generativa-en-la-automatizacion-del-proceso-de-clasificacion-de-documentos.html>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). La inteligencia artificial puede contribuir a la transformación de los modelos de desarrollo en América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-inteligencia-artificial-puede-contribuir-la-transformacion-modelos-desarrollo-america>
- Consejo Internacional de Archivos (ICA). (2024). La función archivística en América Latina, incluyendo la gestión documental inteligente. Recuperado de https://www.ica.org/app/uploads/2024/08/Conferencia__compressed.pdf
- Cruz, L., & Cárdenas, G. (s. f.). repository.udistrital.edu.co. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/70f69656-2f44-42b0-85d0-38d369643252/content>
- Diestra, N., Córdova, A., Esquivel, C., & Nina, S. (2021). La Inteligencia Artificial y la Toma de Decisiones Gerenciales. *Revista de Investigación Valor Agregado*, 8(1), 52-69.
- DocuSign. (2023, 09 27). ¿Cómo facilitar el proceso de firma de documentos internos? DocuSign. Retrieved 12 19, 2024, from <https://www.docusign.com/es-mx/blog/facilitar-proceso-de-firmadocumentos-internos>
- DocuWare. (2022). Las 11 mejores prácticas en Gestión Documental. Recuperado de <https://start.docuware.com/es/blog/11-mejorespracticas-gestion-documental>
- García, K. (2022). Inteligencia artificial en los procesos documentales de los archivos sonoros digitales. *Bibliotecas y Archivos*, 18(4), 73-90. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2022000400073&script=sci_arttext
- Granizo Espinoza, X. (2023). Prácticas organizacionales para la optimización en la gestión documental en las empresas. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 19(2), 1-10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9001234>
- Hernández, B. (2022). Gestión del conocimiento y sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro: revisión de literatura. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(3), 732-748. Obtenido de: <https://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/download/3861/5307>

- Hernández-Sotomayor, G. P., Moscoso-Parra, R. K., & Álvarez-Carrión, J. A. (2024). Inteligencia artificial y gestión documental jurídica en Gobiernos Autónomos Descentralizados. *MQRInvestigar*, 8(3), 55745595.
- Incentro. (2024). El papel de la inteligencia artificial en la automatización y precisión en la gestión documental. Recuperado de <https://www.incentro.com/es-ES/blog/ia-en-la-automatizacion-yprecision-en-gestion-documental>
- La era Digital. (2024). Inteligencia Artificial en los Sistemas de Gestión Documental. (2024, 12 18). <https://laeradigital.blog/2024/10/28/inteligencia-artificial-en-lossistemas-de-gestion-documental/>
- Lexzur. (2024, 10 10). *How to Automate Your Contract Lifecycle and Save 65% of Creation Time*. Lexzur. Retrieved 12 19, 2024, from <https://www.lexzur.com/how-to-automate-your-contract-lifecycle-and-save-65-time-lexzur/>
- Logistics, A. (2023, 04 20). ¿Qué es la administración documental? *Avanz Logistics*. Retrieved 12 18, 2024, from <https://www.avanz.com.co/administracion-documental/>
- Logistics, A. (2024, 08 16). ¿Cómo es el proceso de gestión documental y de archivo? *Avanz Logistics*. Retrieved 12 18, 2024, from <https://www.avanz.com.co/proceso-de-gestion-documental-archivo/>
- Montesino Linares, I. A. (2021). Machine Learning y Bigdata en la lucha de la corrupción estatal colombiana.
- Olmedo, J. D. P. (2023). Administración electrónica y gestión de la diversidad religiosa: la tramitación digital de expedientes y el archivo electrónico. *Estudios eclesíasticos*. <https://doi.org/10.14422/ee.v98.i387.y2023.006>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE/CAF). (2022). Uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe. Recuperado de https://www.oecd-ilibrary.org/estrategias-de-inteligencia-artificial-enamerica-latina-y-el-caribe_03c4e7eb-es.pdf
- Ortín, M. E. D. C. V. (2023). Inteligencia Artificial y gestión documental en la gestión pública. Caso: Perú. *Revista de la Universidad de La Salle*, 1(92).
- Pannuti, M. (2024). La inteligencia artificial (ia) y su impacto en las organizaciones. Desafíos para la alta gerencia. *GERENTIA*, (2).
- Parsedoc. (2023, 09 11). *Clasificación de Documentos con OCR, Machine Learning y Tecnologías de IA*. Parsedoc. Retrieved 12 18, 2024, from <https://parsedoc.com/blog/clasificacion-de-documentos-con-ocrmachine-learning-ia>

- Perfetto, F. V., Gomes de Oliveira, S., & Paletta, F. C. (2023). Digital information management possible paths. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciencia Da Informacao*, 21(00), e023005. <https://doi.org/10.20396/rdbci.v21i00.8671342>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2023). La revolución de la Inteligencia Artificial (IA) ya está aquí: ¿Cómo responderá América Latina y el Caribe?. Recuperado de <https://www.undp.org/es/latin-america/blog/la-revolucion-de-lainteligencia-artificial-ia-ya-esta-aqui-como-respondera-america-latinay-el-caribe>
- Prosci. (s.f.). Gestión del Cambio en IA. Recuperado de <https://www.prosci.com/es/gestion-del-cambio-en-inteligencia-artificialia>
- Robledo Velásquez, J. (2019). Introducción a la gestión de la tecnología y la innovación empresarial. Recuperado de https://minas.medellin.unal.edu.co/descargas/Robledo_2017_Introduccion_a_la_gestion_de_la_tecnologia_y_la_innovacion.pdf
- Romero, V. (2024, 11 26). *Plataformas de gestión documental en España: comparativa y mejores opciones*. Factorial. Retrieved 12 19, 2024, from <https://factorial-hr.es/blog/plataformas-gestion-documentalespana/>
- Romo, D. (2018, 3 8). *SOFTWARE DE RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES*. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/4489/1/SOFTWARE%20DE%20RECONOCIMIENTO%20%3FPTICO%20DE%20CARACTERES.pdf>

CAPÍTULO V

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: MÁS ALLÁ DE ALGORITMOS Y CREATIVIDAD HUMANA EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN

XIOMARA BASTARDO CONTRERAS¹
SEDOLFO CARRASQUERO FERRER²

RESUMEN

El capítulo aborda el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la educación y la investigación, destacando su papel como herramienta innovadora que transforma los métodos tradicionales de enseñanza y aprendizaje. La IA trasciende su función técnica al potenciar las capacidades humanas, como la creatividad, el pensamiento crítico y el razonamiento analítico, aspectos esenciales en los entornos académicos. Este análisis subraya la importancia de una implementación ética y consciente, evitando una dependencia tecnológica que pueda afectar negativamente las competencias cognitivas y creativas. En el ámbito educativo, la IA facilita la personalización del aprendizaje, optimizando procesos rutinarios y permitiendo a docentes y estudiantes concentrarse en aspectos más significativos del conocimiento. Se destacan aplicaciones específicas, como la creación de materiales didácticos, la evaluación personalizada y el uso de chatbots para soporte académico. Sin embargo, se advierte que el uso de estas herramientas debe ser complementado por la supervisión pedagógica, asegurando que no se limite el pensamiento crítico ni la interacción humana. En el campo de la investigación, la IA mejora la eficiencia en etapas críticas como la revisión de literatura, el análisis de datos y

¹ Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

² Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

la redacción académica. Herramientas específicas permiten automatizar procesos complejos, identificar patrones en grandes volúmenes de datos y sintetizar información de manera efectiva. A pesar de sus beneficios, se enfatiza la necesidad de mantener la ética, la transparencia y la rigurosidad académica en su aplicación, evitando el plagio y promoviendo la innovación. El capítulo concluye que la IA es un recurso valioso para modernizar la educación y la investigación, pero su implementación debe equilibrarse con un enfoque humanista que priorice el desarrollo de competencias integrales. Solo así se logrará aprovechar su potencial sin comprometer los valores fundamentales de la educación y la creación de conocimiento.

Palabras clave: Inteligencia artificial, educación, investigación, pensamiento crítico, transformación pedagógica

INTRODUCCIÓN

La revolución digital ha traído consigo la integración de la inteligencia artificial (IA) en los espacios educativos y de investigación, transformando radicalmente los métodos tradicionales de enseñanza y producción académica. Esta tecnología emergente trasciende su rol como simple herramienta computacional, posicionándose como un aliado versátil que, además de optimizar procesos rutinarios, expande los horizontes del análisis, estimula la inventiva y cataliza la transformación de las prácticas educativas e investigativas. No obstante, esta evolución suscita interrogantes fundamentales sobre la capacidad de la IA para enriquecer el aprendizaje sin menoscabar competencias esenciales como el razonamiento crítico y la expresión creativa, así como sobre las estrategias más apropiadas para que educadores y alumnos aprovechen esta tecnología de forma íntegra y productiva.

Este capítulo examina estas cuestiones mediante un análisis exhaustivo del impacto de la IA en el contexto educativo, resaltando sus beneficios como instrumento facilitador en los procesos de enseñanza, exploración académica y desarrollo de contenidos. Paralelamente, se consideran sus restricciones, implicaciones éticas y la importancia de promover una implementación consciente y clara. Se enfatiza que, si bien la IA representa un recurso prometedor,

su efectividad real está determinada por la capacidad de docentes y estudiantes para emplearla como complemento que potencie las facultades humanas, la innovación y el aprendizaje profundo.

La discusión se extiende hacia las implementaciones concretas de la IA en diversos ámbitos: generación de materiales didácticos, procesos evaluativos, análisis de literatura académica y redacción científica, evidenciando su papel en la modernización del ecosistema educativo. Adicionalmente, se proporcionan directrices para un aprovechamiento ético y efectivo de estas innovaciones, haciendo hincapié en la necesidad de mantener un equilibrio entre la adopción tecnológica y el cultivo de aquellas capacidades humanas fundamentales que superan las posibilidades de los sistemas automatizados.

MÁS ALLÁ DE LOS ALGORITMOS Y LAS MAQUINAS: EL PODER HUMANO DE CREAR

Los educadores del siglo XXI hemos sido testigo del auge de la Inteligencia Artificial y su impacto en la educación, ante este escenario, cabe preguntarse ¿efectivamente la inteligencia artificial puede aportar un beneficio real a los estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje?, ¿el integrar la inteligencia artificial en los procesos educativos generará la pérdida de habilidades importantes relacionadas con el proceso de pensamiento y resolución de problemas?

A partir de las preguntas generadoras, en el presente capítulo reflexionamos en torno a la relación entre Inteligencia artificial y el proceso pedagógico, el uso por parte del docente de la IA en la enseñanza, y como apoyo en investigación. Apostamos por el uso de la tecnología al servicio del proceso creador en los entornos educativos de la mano con la Pedagogía, la IA por si sola, no tributa al proceso de enseñanza- aprendizaje, hacer uso de esta tecnología ha de tener como fin último la generación de propuestas, por parte de los estudiantes, en las cuales la creatividad humana ha de ser el elemento diferenciador, que se encuentre más allá del algoritmo y la máquina.

EL PLACER DE CREAR COMO EXPRESIÓN DE LA INTELIGENCIA HUMANA

La inteligencia artificial (IA) es una de las ramas de la informática, combina algoritmos y datos, para lograr que las máquinas aprendan, realicen tareas complejas que imitan la inteligencia humana. La inteligencia artificial analiza grandes cantidades de datos (*Big Data*), identificando patrones y tendencias, formulando predicciones de forma automática de forma precisa (Kabita et al., 2023; Porcelli, 2020).

La IA ha sido clasificada por la Comisión Europea en Software-incluyendo asistentes virtuales, software de análisis de imágenes, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento de voz y rostro- e Inteligencia artificial integrada- robots, drones, vehículos autónomos, Internet de las Cosas- (Comisión Europea, 2018).

En otras palabras, el largo trayecto de la evolución del ser humano en relación con los procesos mentales, como la capacidad de pensar, encontrar solución a problemas, generar información y aprender, es simulado por las máquinas mediante la inteligencia artificial, siendo capaz de generar información en tiempo real con gran accesibilidad en cuanto a su uso.

Pensemos en el proceso creativo del ser humano, el cual surge a partir de la cultura y sus reglas simbólicas, la persona que aporta con ideas al campo simbólico, y el conjunto de expertos que valoran la innovación, todos interactúan para la generación del descubrimiento creativo (Csikszentmihalyi, 1998).

El proceso de creatividad es recurrente, y en una idea creativa puede existir la intuición profunda o por el contrario aparecer progresivamente mediante la incubación. Otro aspecto a considerar, planteado por Sternberg y Lubart citado en Krumm & Lemos (2011), indican que en todo proceso creativo existen las características comunes en la personalidad: la tolerancia a la ambigüedad, disposición a crecer y apertura a la experiencia, disposición a tomar riesgos, individualismo y apoyo a las propias convicciones y por último, disposición para superar los obstáculos y perseverar.

La creatividad termina siendo un fenómeno que se construye en la interacción entre quien la genera y quien acompaña, por lo que no es el producto de individuos aislados, todo lo contrario, existe la participación de sistemas sociales que emiten juicios sobre productos los productos individuales.

En este punto, la IA se convierte en un recurso tecnológico, que no sustituye: la interacción humana, la emoción del proceso creativo y la intuición. Por ende, en el ámbito de lo educativo, lo novedoso se diferencia de la IA porque emerge de la construcción de la persona en la interacción y colaboración con los otros.

Por lo anterior, se convierte en un desafío el impacto que pueda tener la posible dependencia tecnológica del uso de la IA por parte de docentes y estudiantes, limitando la capacidad de análisis o el procesamiento cognitivo, repercutiendo en el esfuerzo creativo propio de la naturaleza humana.

Pensar en la IA como una herramienta de apoyo, nos acerca a la definición de cuál es la herramienta idónea para utilizar en función de los objetivos, reducir la inversión de tiempo en tareas repetitivas y hacer uso del tiempo en el proceso educativo que aporte a la construcción del aprendizaje significativo.

LA EXPERIENCIA DOCENTE EN EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: EL PODER DE DISCERNIR

El uso de la IA por parte del profesorado favorece sus habilidades en la didáctica, por ende, la formación y práctica posibilitará el dominio y criterio de selección de este recurso haciendo uso de buenas prácticas (CENT, 2023). Las herramientas de IA generativas ofrecen una gama de posibilidades desde la creación de textos, música, audio, vídeo, webs, logotipos, presentaciones, por lo tanto, para hacer uso de la IA por parte del profesorado, es necesaria la formación y comprensión de cómo hacer uso de esta tecnología emergente de la mano con la práctica pedagógica.

Al encontrarse en permanente evolución y actualización, el profesorado con dominio en su uso pedagógico desarrolla la capacidad para la toma de decisiones, interpretando y analizando la información que genera la IA, siendo capaz de reconocer inconsistencias en la producción que se genera siendo consistente en las Buenas prácticas de uso de la Inteligencia Artificial.

La condición ética en el uso de la IA es asunto de gran importancia, siendo necesario considerar la equidad, protección de datos, sostenibilidad, es así como, la Unesco propone la guía “Recomendación sobre la ética de la IA” siendo la primera norma mundial sobre ética e inteligencia artificial, en la que

se incluyen cuatro valores fundamentales a considerar: derechos humanos y dignidad humana, vivir en sociedades pacíficas justas e interconectadas, garantizar la diversidad e inclusión, florecimiento del medio ambiente y los ecosistemas (UNESCO, 2021).

Si bien el desarrollo de la Inteligencia Artificial se encuentra en permanente evolución, en este apartado se presenta la categorización de las IA en función de diferentes necesidades pedagógicas.

Los Chatbots como asistente de la inteligencia artificial para la atención personalizada

Proporcionan soporte de forma inmediata a los estudiantes, respondiendo preguntas, dando explicaciones. Al ser un software basado en Inteligencia Artificial es capaz de mantener una conversación en tiempo real por texto o por voz. Actúan como asistentes de los docentes apoyándoles en diversas tareas. Si bien, brindan soporte para el aprendizaje, se ha encontrado que en lo que respecta al pensamiento crítico ha tenido menor incidencia (Lababze et al 2024).

En la actualidad Chat GPT, Perplexity, Gemini son chatbot cada uno con sus propias características. Perplexity permite rastrear en tiempo real la web, suministrar referencias bibliográficas para las respuestas apoyando la búsqueda de contenido y la investigación. ChatGPT crea contenido y procesa texto, gráficos. Ambas plataformas gestionan diversos tipos de contenido. Gemini, es multimodal, es decir combina distintas modalidades de forma nativa (Muñoz et al., 2024).

CREACIÓN DE CONTENIDO CON IA: SIEMPRE CON LA MIRADA DEL EXPERTO

La creación de contenidos con el uso de IA permite producir material en diferentes formatos- texto, imágenes, videos y audio siendo accesible, y generando contenidos de forma inmediata. Sin embargo, la veracidad y calidad de la información requiere de la validación del experto, en este caso el docente (Galarza, et al. 2024).

Por lo anterior, la transparencia y el espacio que brinde el docente a sus estudiantes favorecerá que este declare las herramientas de IA que emplea, y sea el docente quien pueda generar estrategias de elaboración de contenido que superen la simple trasmisión de información, la reproducción de patrones estandarizados de la IA, sin que exista el análisis crítico en el proceso, generando dependencia tecnológica en el estudiante o la reproducción de contenidos, uniformes, sin que se evidencie un proceso creativo. Herramientas como Copilot y Gamma generan contenido, Grammalay, Humata, favorecen la edición de textos, sin embargo, la profundización, validez y origen debe ser revisado en el proceso y validado por el experto docente.

La evaluación del y para el aprendizaje: el rol de la Inteligencia artificial

La generación de contenido se encuentra al alcance de los estudiantes de forma inmediata al hacer uso de la inteligencia artificial, de allí, que cobra vigencia la evaluación del y para el aprendizaje, valorando el proceso y no solo el resultado final. Nuestro rol como docentes ha de estar orientado a promover experiencias de evaluación de naturaleza práctica, de validación del resultado que se obtiene de la IA por parte del estudiante. Toda propuesta de evaluación que pueda ser reproducida con fidelidad por la IA, estará limitando el pensamiento crítico y creativo, afianzando el acercamiento superficial a los contenidos trabajados, sin provocar la experiencia de análisis y aporte a la resolución de los problemas.

Comparar, resolver, reflexionar ya no es suficiente, la IA hará el proceso y lo reproducirá, por ello, se convierte en un reto, encontrar esas nuevas estrategias de evaluación que integre la IA sin desestimar al aporte creativo del estudiante y el aporte del docente.

USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA EN INVESTIGACIÓN

La investigación académica es un proceso complejo y multifacético que va desde la concepción de ideas innovadoras hasta la difusión de resultados en las comunidades científicas. En este contexto, la IA ha surgido como una herramienta poderosa que transforma la forma en que los académicos abordan

cada etapa del ciclo de investigación. Su capacidad para automatizar procesos, sintetizar información y ofrecer soluciones personalizadas ha permitido a los investigadores superar barreras tradicionales de tiempo, recursos y acceso al conocimiento (Acosta y Andrade, 2024).

La IA no solo facilita la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos, sino que también ayuda a identificar patrones y tendencias que podrían pasar desapercibidos para el ojo humano.

En las últimas décadas, la Inteligencia Artificial (IA) ha cambiado de manera significativa diversos sectores, y la educación no es la excepción. En el ámbito pedagógico, la IA se presenta como una herramienta valiosa para personalizar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, brindando nuevas oportunidades tanto a estudiantes como a educadores. En el contexto específico de la formación en investigación, la IA puede jugar un papel fundamental al facilitar la adquisición de habilidades críticas, automatizar tareas repetitivas y ofrecer retroalimentación en tiempo real (Abou-Foul et al., 2023). Sin embargo, su integración en la enseñanza investigativa presenta desafíos que deben ser abordados con cuidado, como la necesidad de equilibrar el uso de tecnologías avanzadas con el fomento del pensamiento crítico y la creatividad en los investigadores (Gendron et al., 2022).

Diversas herramientas de automatización basadas en IA con capacidades para automatizar, total o parcialmente, pasos críticos en el proceso de revisión sistemática de la literatura, incluyendo la selección, búsqueda bibliográfica, extracción y síntesis de datos (Olorisade et al., 2019; Lerner et al., 2019; Timsina et al., 2016).

Además, de la revisión bibliográfica la escritura académica es un aspecto clave de la investigación, que implica un método estructurado de expresión de ideas. Los investigadores la utilizan comúnmente en trabajos académicos para presentar argumentos basados en datos y razonamiento lógico. Esta forma de escritura ayuda a los lectores a comprender un tema a fondo. Permite a los autores analizar conceptos en profundidad, lo que conduce a una teoría o conclusión bien explicada (Khalifa y Albadawy, 2024).

Según Khalifa y Albadawy (2024), una clasificación de las principales áreas en las que la Inteligencia Artificial (IA) apoya las funciones académicas, junto con las actividades específicas asociadas se presenta en la **Tabla 1**. Es-

tas áreas reflejan cómo la IA puede integrarse en diversas etapas del proceso de investigación, desde la concepción de ideas hasta la difusión de resultados.

Tabla 1. Actividades principales en investigación que puede utilizarse IA en el desarrollo de ideas, estructura de proyectos y revisión bibliográfica.

Área	Actividades Principales
1. Desarrollo de Ideas y Diseño de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de ideas innovadoras. - Planificación de estudios de investigación. - Selección de metodologías apropiadas. - Identificación de variables clave. - Creación de diseños experimentales.
2. Desarrollo y Estructuración de Contenido	<ul style="list-style-type: none"> -Asistencia en la redacción académica. - Organización y estructuración lógica de documentos. -Integración de gráficos y elementos multimedia. -Creación de diagramas interactivos.
3. Revisión de Literatura y Síntesis	<ul style="list-style-type: none"> - Automatización de búsquedas bibliográficas. - Extracción y análisis de información relevante. - Creación de tablas resumen. - Identificación de tendencias clave en la literatura.

La IA puede utilizarse como herramienta de apoyo a la generación de ideas de investigación a través de la lluvia de ideas, la detección de lagunas en la literatura y las sugerencias de hipótesis. La destreza de la IA en la planificación de la investigación, particularmente en la asistencia al diseño del estudio, es una prueba de su capacidad para dar forma a metodologías de investigación sólidas y reflexivas (Dergaa et al., 2023).

De igual manera, la IA desempeña un papel fundamental en la mejora de la calidad y la eficiencia de la creación y la organización de contenidos de investigación (Giglio y Costa, 2023). Las herramientas de IA se destacan por ayudar a la redacción mediante la expansión del texto, ofreciendo capacidades de texto predictivo y proporcionando funciones de autocompletado, lo que ayuda significativamente en el proceso de redacción.

Se sabe que la redacción de un manuscrito de investigación implica varios pasos que se deben seguir después de que el científico ya tenga todos los resultados experimentales tabulados, analizados y presentados en tablas y/o figuras. También es importante realizar una revisión reciente y exhaustiva de la literatura y tener todas las referencias que se utilizarán en el artículo almacenadas en el software de citas para su uso futuro. Varios programas de software también utilizan inteligencia artificial que puede corregir errores gramaticales y ortográficos, así como mejorar el texto con sugerencias, como *Grammarly* y *Paperpal*. A pesar de sugerir cambios útiles en el texto, estos programas, sin embargo, no cambian la estructura principal del artículo ni generan texto nuevo (Del Giglio y Da Costa, 2023).

En el ámbito de la revisión y síntesis de literatura, la incorporación de la inteligencia artificial (IA) desempeña un rol clave al optimizar tanto la eficiencia como la profundidad de los estudios académicos (**Tabla 2**). La IA permite extraer y analizar información de manera efectiva a partir de la literatura existente, organizando los hallazgos en resúmenes claros y cohesionados. Esta capacidad resulta invaluable, ya que las herramientas de IA pueden procesar grandes volúmenes de datos, lo que facilita la elaboración de revisiones exhaustivas y actualizadas. Aunque esta integración agiliza los procesos investigativos y fortalece la metodología, es imprescindible garantizar un monitoreo constante para preservar el rigor y la integridad académicos (Semrl et al. 2023).

Los modelos de aprendizaje profundo son herramientas útiles y comúnmente utilizadas en la realización de revisiones de literatura debido a su capacidad para identificar automáticamente conceptos y temas clave en la literatura y resumir grandes volúmenes de información (Watson et al., 2022). Además de generar preguntas de investigación y sugerir temas relacionados, los modelos de aprendizaje profundo pueden ser utilizados para apoyar las revisiones de literatura de diversas maneras (Mathew, 2023).

Tabla 2. Actividades principales en investigación que puede utilizarse IA en el desarrollo de ideas, estructura de proyectos y revisión bibliográfica.

Área	Actividades Principales
4. Gestión y Análisis de Datos	<ul style="list-style-type: none"> -Organización de grandes volúmenes de datos. -Identificación de patrones y tendencias. - Generación de modelos predictivos y análisis estadísticos. - Visualización interactiva de datos. - Corrección gramatical y refinamiento de textos.
1. Edición, Revisión y Soporte de Publicación	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la claridad del lenguaje académico.
6. Comunicación, Difusión y Cumplimiento Ético	<ul style="list-style-type: none"> -Asistencia en respuestas a revisores. -Preparación de manuscritos para revistas científicas. -Optimización de la distribución de hallazgos en redes académicas. -Garantía de integridad y ética en trabajos académicos. -Prevención de plagio y verificación de sesgos.

La IA transforma significativamente la gestión y el análisis de conjuntos de datos complejos, desempeñando un papel crucial en el éxito y la integridad de la investigación. Entre sus aplicaciones destacan la interpretación de datos, donde ofrece análisis detallados y visualizaciones avanzadas, y la gestión automatizada de grandes volúmenes de información, garantizando precisión y accesibilidad.

En el contexto de la investigación moderna, la IA incrementa la eficiencia y la profundidad de los análisis, facilitando procesos más rápidos y desbloqueando nuevas oportunidades para el descubrimiento científico. No obstante, resulta esencial implementar un monitoreo constante para asegurar la integridad de los datos y adherirse a altos estándares éticos (Kocak et al. 2023)

De igual manera, la IA está transformando la publicación académica al optimizar procesos como la redacción, edición y gestión de manuscritos. Su integración mejora la calidad de los trabajos y asegura su alineación con los estándares académicos actuales. Sin embargo, es crucial utilizar estas herramientas de manera ética y transparente para proteger la integridad y originalidad de la investigación científica. Además, la IA juega un papel clave en la edición y revisión, particularmente en la mejora de manuscritos de autores no nativos de inglés, destacando su creciente adopción en la academia.

En cuanto a la comunicación y el cumplimiento ético, la IA apoya la difusión efectiva de los resultados de la investigación y refuerza los principios éticos en el entorno digital. Este dominio abarca la divulgación de hallazgos a diversas audiencias y la preservación de la integridad científica. Aunque las herramientas de IA son esenciales para estos procesos, es necesario equilibrar su uso con la transparencia, la responsabilidad ética y el componente humano en la toma de decisiones y el discurso científico.

La Asociación Mundial de Editores Médicos establece varias recomendaciones sobre el uso de IA en las publicaciones científicas. En primer lugar, se indica que los chatbots no deben ser reconocidos como autores en ningún trabajo académico. Además, los autores tienen la obligación de ser transparentes en cuanto al uso de estas herramientas, proporcionando detalles específicos sobre cómo fueron utilizadas en la elaboración del artículo. Asimismo, los autores son plenamente responsables del contenido generado por los chatbots, garantizando la precisión de la información presentada, la ausencia de plagio y la atribución correcta de todas las fuentes, incluido el material creado por inteligencia artificial (Gutierrez et al. 2023).

HERRAMIENTAS DE IA PARA SU USO EN LA INVESTIGACIÓN

Las herramientas de inteligencia artificial que influyen en la investigación pueden clasificarse en cinco categorías principales: aquellas que generan texto, las que llevan a cabo revisiones de literatura, las que procesan y sintetizan información, las que analizan y visualizan datos, y las que ofrecen retroalimentación sobre los artículos. Entre las herramientas de generación de texto más reconocidas y utilizadas se encuentran los chatbots conversacionales

como ChatGPT, Bing Chat de Microsoft, Google Bard y Claude (Cárdenas, 2023).

Existen diversas herramientas de inteligencia artificial diseñadas específicamente para realizar revisiones de literatura. Una de las más avanzadas es Elicit, un asistente de investigación integral que puede buscar artículos académicos basados en consultas, resumir las principales conclusiones, redactar párrafos, operacionalizar conceptos, sugerir relaciones causales y proponer posibles preguntas de investigación. Mientras que el proceso de entrenamiento de herramientas como ChatGPT no está completamente claro, Elicit ha sido desarrollado utilizando artículos científicos, lo que lo convierte en un recurso comparable a tener un colaborador, coautor y asistente en una sola herramienta.

Otra herramienta destacada para revisiones bibliográficas es Inciteful, la cual se diferencia de buscadores tradicionales como Scopus o Google Scholar. En lugar de depender únicamente de palabras clave, Inciteful utiliza las conexiones entre citas, identificando quién cita a quién. Con base en un conjunto de artículos seleccionados por el usuario, esta herramienta analiza los artículos y libros citados por ese grupo, proporcionando un enfoque más relacional y profundo para explorar la literatura académica.

CONSIDERACIONES FINALES

La capacidad de hacer, de afrontar los problemas, de construir nuevas realidades nos define, la relacionalidad y la interacción ha sido la estrategia que ha conducido a la humanidad a los albores del siglo XXI.

La IA generativa puede constituir una importante herramienta que impulse el aprendizaje autónomo, individualizado y adaptativo, favoreciendo el desarrollo de competencias adecuadas para los entornos laborales que se avencinan, pero es necesaria la ética y el discernimiento propiciando la inclusión.

La IA apoya la acción pedagógica del docente, y no sustituye la interacción docente-discente, la retroalimentación y el aprendizaje profundo. Como recurso tecnológico emergente favorece la personalización de la educación, la simplificación de tareas rutinarias, brindando al docente interactuar con los estudiantes en un dialogo permanente para el aprendizaje.

La IA ha revolucionado el proceso de investigación académica al optimizar cada etapa, desde la generación de ideas hasta la difusión de resultados. Sus capacidades para automatizar tareas, analizar grandes volúmenes de datos y generar información sintetizada permiten a los investigadores superar barreras tradicionales como el tiempo y los recursos limitados. Además, la IA facilita la identificación de patrones y tendencias complejas, promoviendo enfoques más innovadores y metodológicamente sólidos en los estudios académicos.

Si bien la IA ofrece beneficios significativos en términos de eficiencia y calidad en el análisis y presentación de datos, su uso en la investigación plantea desafíos éticos importantes. La necesidad de garantizar la transparencia, evitar el plagio y preservar la integridad académica es crucial en un entorno donde la dependencia tecnológica podría limitar el pensamiento crítico y creativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou-Foul, M., Ruiz-Alba, J. L., & López-Tenorio, P. J. (2022). The impact of artificial intelligence capabilities on servitization: The moderating role of absorptive capacity-A dynamic capabilities perspective. *Journal Of Business Research*, 157, 113609. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113609>.
- Acosta, D. F. A., & Andrade, B. P. A. (2024). La Inteligencia artificial en la investigación y redacción de textos académicos. *EspíRitu Emprendedor TES*, 8(1), 19-34. <https://doi.org/10.33970/eetes.v8.n1.2024.369>.
- Álvarez-Sepúlveda, Humberto Andrés. (2023). La Inteligencia Artificial como Catalizador en la Enseñanza de la Historia: Retos y Posibilidades Pedagógicas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 318-325. Epub 31 de julio de 2024.
- Cárdenas, J. (2023). Inteligencia artificial, investigación y revisión por pares: escenarios futuros y estrategias de acción. *Revista Española de Sociología*, 32(4), a184. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2023.184>
- Comisión Europea (2018a) “Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Inteligencia Artificial para Europa”. *COM(2018) 237 final*. 25 de abril de 2018. Bruselas.
- Csikszentmihalyi, M. (1988): Solving a problem is not finding a new one: a reply to Simon. *New Ideas in Psychology*, (6): 183-186.

- Del Giglio, A., & Da Costa, M. U. P. (2023). The use of artificial intelligence to improve the scientific writing of non-native english speakers. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 69(9). <https://doi.org/10.1590/18069282.20230560>
- Dergaa, I., Chamari, K., Zmijewski, P., & Saad, H. B. (2023). From human writing to artificial intelligence generated text: examining the prospects and potential threats of ChatGPT in academic writing. *Biology of sport*, 40(2), 615622.
- Galarza-Ligña, V. N., García-Cárdenas, F. M., & Ruiz-Gros, S. (2024). El uso de la inteligencia artificial en la producción de contenidos por estudiantes. *Revista Enfoques de la Comunicación*, 12: 199-240.
- Gendron, Y., Andrew, J., & Cooper, C. (2021). The perils of artificial intelligence in academic publishing. *Critical Perspectives On Accounting*, 87, 102411. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2021.102411>
- Gutiérrez-Cirlos, C., Carrillo-Pérez, D. L., Bermúdez-González, J. L., Hidrogo-Montemayor, I., Carrillo-Esper, R., & Sánchez-Mendiola, M. (2023). ChatGPT: oportunidades y riesgos en la asistencia, docencia e investigación médica. *Gaceta Médica de México*, 159(5). <https://doi.org/10.24875/gmm.230001671>
- Kabita Das, Manaswini Pattanaik, Smitimayee Basantia, Radhashyam Mishra, Debashreemayee Das, Kanhucharan Sahoo, Biswaranjan Paital (2023). Informatics on a social view and need of ethical interventions for wellbeing via interference of artificial intelligence. *Telematics and Informatics Reports*. 11: 100065. ISSN 2772-5030.
- Khalifa, M., & Albadawy, M. (2024). Using artificial intelligence in academic writing and research: An essential productivity tool. *Computer Methods And Programs In Biomedicine Update*, 5, 100145. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2024.100145>
- Kocak, B., Baessler, B., Bakas, S., Cuocolo, R., Fedorov, A., Maier-Hein, L., Zwanenburg, A. (2023). CheckList for EvaluAtion of Radiomics research (CLEAR): a step-by-step reporting guideline for authors and reviewers endorsed by ESR and EuSoMII. *Insights into imaging*, 14(1), 75.
- Krumm, Gabriela; Lemos, Viviana (2011) Estudio exploratorio de las propiedades psicométricas de la Escala de Personalidad Creadora (EPC) en su versión Heteroevaluación Universidad Adventista del Plata, Argentina. *Revista Interamericana de Psicología*. 45 (1): 19-26
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(56).

- Lerner, I., Créquit, P., Ravaud, P., Atal, I. (2019). Automatic screening using word embeddings achieved high sensitivity and workload reduction for updating living network meta-analyses. *Journal of clinical epidemiology*, 108, 86-94.
- Mathew, A. (2023). Is Artificial Intelligence a world changer? A case study of OpenAI's Chat GPT. *Recent Progress in Science and Technology*, 5, 35-42
- Muñoz, J; Lorenzo, N; Suñe, Xavier (2024). Inteligencia Artificial en la Microeducación: Transformando el Aula del Futuro. Barcelona: PROCOMPAL Publicaciones. p 278
- Olorisade, B. K., Brereton, P., Andras, P. (2019). The use of bibliography enriched features for automatic citation screening. *Journal of biomedical informatics*, 94, 103202.
- Porcelli, Adriana Margarita. (2020). La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 6(16), 49-105. Epub
- Semrl, N., Feigl, S., Taumberger, N., Bracic, T., Fluhr, H., Blockeel, C., & Kollmann, M. (2023). AI language models in human reproduction research: exploring ChatGPT's potential to assist academic writing. *Human Reproduction*, 38(12), 2281-2288.
- Sharma, S. C., Ramchandani, J. P., Thakker, A., & Lahiri, A. (2023). ChatGPT in plastic and reconstructive surgery. *Indian Journal of Plastic Surgery*.
- Timsina, P., Liu, J., El-Gayar, O. (2016). Advanced analytics for the automation of medical systematic reviews. *Information Systems Frontiers*, 18, 237-252.
- Watson, C., Cooper, N., Palacio, D. N., Moran, K., & Poshyvanyk, D. (2022). A systematic literature review on the use of deep learning in software engineering research. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 31(2), 1-58.

CAPÍTULO VI

DESAFÍOS Y LIMITACIONES DE LA INTEGRACIÓN DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

NAYADE VANESSA DOMENECH POLO
WASHINGTON ROLANDO VILLAVICENCIO
SEDOLFO CARRASQUERO FERRER
MARISELA GIRALDO DE LÓPEZ

RESUMEN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo, presenta tanto beneficios como desafíos. Las instituciones educativas deben adaptar políticas y prácticas para abordar los retos que conlleva el uso de la IA, centrándose en aspectos éticos, la privacidad de datos y la formación de docentes competentes. Es por esto por lo que surge la necesidad de incorporar la IA de manera transversal en el currículo educativo, no solo como una herramienta adicional, sino como un elemento fundamental que potencie el aprendizaje. La transparencia en el uso de la IA es crucial para generar confianza entre los actores educativos y asegurar que comprendan su propósito y aplicación. Aunque la IA puede mejorar la eficiencia y efectividad del proceso educativo, su implementación no está exenta de riesgos, como la posibilidad de fomentar la deshonestidad académica y la falta de originalidad en los trabajos de los estudiantes. Por lo tanto, se debe enfatizar la importancia de promover un uso ético y responsable de la IA, desde un enfoque equilibrado en su adopción en la educación, que contemple tanto sus potenciales beneficios como los desafíos éticos y prácticos, asegurando que su integración contribuya al desarrollo integral de los estudiantes y a la mejora del sistema educativo en su conjunto.

INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA), disruptivamente cambió la forma de concebir diversos escenarios de la práctica social y de sus dinámicas. Campos diversos se suman a la integración de su uso. Áreas como la salud, negocios y la educación entre otros, han asimilado la operatividad que ofrece el uso de la automatización inteligente con la finalidad de optimizar el tiempo. Como refiere Villavicencio 2024 “La inteligencia artificial (IA) es una tecnología disruptiva que modificó, a partir de su masificación, las dinámicas sociales. Por su estructura y alcance, pero sobre todo por la manera de interactuar entre las máquinas, sus procesos artificiales de pensamiento y las personas”. Y es ante este escenario que el sistema educativo no ha escapado a la implementación de las redes neuronales artificiales en la práctica de las diferentes aplicaciones por parte de todos sus actores y sectores en este campo. Al respecto Mcmurtrie B (2018), afirma que las IA han impactado múltiples campos y disciplinas incluyendo la educación produciendo cambios significativos en la enseñanza.

Y es dentro de esta descripción que existe una consecuencia notoria producto de la implementación de los sistemas autónomos en el sistema educativo y que se va acrecentando con el pasar del tiempo e invita a reflexionar sobre los desafíos y limitaciones de la integración de modelos predictivos en la educación. Explorando también, desafíos éticos relacionados con el uso y avance de las IA señalando las implicaciones en el contexto educativo, Yampolskiy, R.V. (Ed.). (2018). Y es que la consecuencia que se evidencia de esta adopción de aplicaciones de la computación cognitiva enfrenta un desmedro en las habilidades críticas y autonomía de quienes las utilizan. Un informe de la UNESCO 2023 advierte que, en muchos contextos, la adopción de IA en las aulas provoca un uso excesivo de la tecnología en detrimento de las interacciones humanas esenciales.

Y en el análisis de los desafíos y limitaciones, la dependencia tecnológica y el aislamiento social o académico generado por el uso excesivo de sistemas autónomos, es un síntoma de la recurrente y voraz uso de esta tecnología inteligente y sus implicaciones en la educación. Es menester abordar los desafíos que conlleva el uso de la IA y sus limitaciones para garantizar la calidad de los datos usados, el desasosiego ético y social asociados con su utilización en el campo educativo. La investigación pretende disgregar los desafíos y limitaciones del uso de aprendizaje automatizado en la educación iniciando

con un análisis que se enfoca en su percepción, aplicación, efectos y las consecuencias sobre las personas en depender de la tecnología por el carácter individualista con el que se contextualiza lo que fomenta un sujeto aislado académicamente.

IA TECNOLOGÍA DISRUPTIVA, PERCEPCIÓN Y CONSECUENCIAS DESDE EL USO DE DOCENTES Y ESTUDIANTES

Los inicios de la IA surgen como exploraciones de la robótica desde una perspectiva de emulación de las operaciones y habilidades humanas del pensamiento. Trabajos e investigaciones que fueron enfocadas a crear entidades robóticas cuyo fin sea superar las condiciones de pensamiento de las personas, basado en entrenamiento de los primeros softwares que, a través de actividades de juego como el ajedrez, u otros dispositivos que se adiestraban a través de estos esquemas, interactuando con los humanos y de esa capacitación crear una estructura algorítmica que los prepare para adelantarse a los procesos mentales o acciones de las personas.

Uno de los campos más impactados en el uso de IA es el educativo, en particular el uso de chatbots, convirtiéndose en una herramienta de uso cotidiano en los procesos de enseñanza y aprendizaje, según Alzahrani y Alshumaimeri (2020), estos mejoran el acceso a la información, sienviedo como soporte al momento de tomar decisiones en estos procesos. El fácil acceso promueve la motivación en los estudiantes por la retroalimentación que brindan estos chatbots siendo inmediata y personalizada, Tran y Nye (2021).

Pero adentrándonos al auge de la IA, tomando como referencia la irrupción de la empresa OPEN AI, que en noviembre de 2023 diseminó el uso de la herramienta CHAT GPT, software que ofrecía uno de los más grande anhelos de la humanidad desde la era moderna, la optimización del tiempo. Y es que el tiempo en el mundo acelerado en el que se vive, es uno de los aspectos más requeridos por los seres humanos, y CHAT GPT ofrece eso. Optimizar los procesos y actividades por medio de la creación y generación de acciones y actividades que en circunstancias pre IA se realizaban en días y ahora se reduce a horas o minutos.

Precisamente la optimización del tiempo es lo que ha convertido estos chatbots en herramientas tan populares en educación, la retroalimentación

inmediata y personalizada mejora el proceso de aprendizaje efectivo mostrando incremento en el rendimiento de los estudiantes en muchos contextos D’Mello y Graesser (2010). Esta motivación sobre la optimización del tiempo y la retroalimentación en tiempo real también benefician a los docentes quienes pueden realizar sus actividades propias del oficio en menos tiempo. Para Bolaño y Duarte (2024), la IA puede automatizar la evaluación y prácticas administrativas de los docentes dándole tiempo para centrar su atención en el estudiante y mejorando la interacción entre ambos. Personalizando de esta manera el aprendizaje.

Así se estructura la percepción sobre la tecnología cognitiva desde un enfoque meramente utilitaristas, donde se percibe a la inteligencia artificial como un recurso tecnológico que descomplica la vida, ahorra tiempo, nos da más libertad, pero sobre todo nos facilita las actividades de la cotidianidad “Esto supuso lo que consideramos una tecnología disruptiva, que rompe paradigmas y aparece para dar un vuelco a la dinámica social con nuevas formas de entender y aplicarla como herramienta que facilita la vida de las personas (Cordero y Jiménez, 2024b, pp. 21-22)”.

La IA cada día evoluciona más, tiene un crecimiento exponencial, siendo el ámbito educativo entre otros, los que ven el potencial en el desarrollo de las competencias en investigación, Aparicio, (2023), convirtiéndola en una acción colaborativa en el quehacer del educador lo que puede le permite dedicar más tiempo a la enseñanza y a la interacción con los estudiantes.

Esta evolución no deja por fuera los desafíos y limitaciones que impactan profundamente en el ámbito social e individual. Al ir incorporando y estrechando la brecha hacia la IA en el día a día es necesario abordar estos aspectos desafiantes y limitantes por parte de los actores sociales y educativos, Bolaño y Duarte, (2024).

Uno de los desafíos a superar, es la sensación de solo de escribir ya sea en chat gpt, géminis o cualquier otro software o app y automáticamente recibir sugerencias o soluciones a lo que pensamos desarrollar, incitando a las personas a confiar y recibir esa sugerencia de la IA como una verdad absoluta que nos encapsula en una sensación y percepción de que existe un vínculo cercano entre estos sistemas inteligentes y los sujetos que la utilizan, vínculo que se traduce en un aislamiento de otras personas, que es producto del principio lógico de no buscar sugerencias u opiniones de terceros por esconder el hecho de que usamos inteligencia artificial para nuestras actividades

o productos académicos, porque así como, esta programación inteligente es sinónimo de tecnología disruptiva, contradictoriamente su uso sin parámetros axiológicos se asocia con facilismos y hasta implica dudar de la originalidad de su uso. “Los que implementan esta tecnología, migrantes o nativos digitales, requieren un proceso de formación holístico y por procesos, que aborde todas las implicaciones sobre el uso de esta tecnología computacional, que sistematice la comprensión y uso de esta herramienta, pero sobre todo que prepare para discriminar las implicaciones morales, sociales y culturales que implica (Villavicencio 2024, Pg 73)”.

Emerge una dependencia hacia la IA tal como lo refiere Crawford et al., (2024), la sensación y creencia de confiar en la IA para hacer actividades cotidianas e incluso en la toma de decisiones para facilitar la enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, esto trae una enorme preocupación sobre cómo se afectarán nuestros procesos cognitivos ante esta dependencia y utilitarismos de la IA.

Ante este escenario de utilitarismo de la IA, los actores del sistema educativo ingresan a un ambiente unipersonal, individualista, que crea una relación solo entre la persona y estos modelos artificiales del pensamiento, lo que fomenta un desmantelamiento de las habilidades críticas y autonomía de quienes las utilizan.

“Estos algoritmos avanzados se incorporan a la educación a través de complementos que permiten su intervención en los procesos de los diferentes ambientes de formación, como la incorporación del aprendizaje adaptativo, los análisis predictivos, la creación de contenidos educativos y tutorías personalizada a través de estas capacidades cognitivas artificiales (Villavicencio 2024, pg 69)”.

De allí la importancia de crear las condiciones de que en el proceso de enseñanza y aprendizaje en los ambientes de uso de la IA se estructure el desarrollo de las competencias blandas, tal como indican Villavicencio y Domenech 2024 “ahora se debe replantear la forma de implementarlas en un sistema educativo superior, cuyo fin es formar seres humanos capaces de adaptarse a diversos contextos, trabajar en equipos, desarrollar competencias no técnicas que le permitan enfrentar tiempos de caos y desenfreno social-laboral, por medio de la asertividad, perseverancia y capacidad de interactuar con su entorno, bajo marcos éticos, responsabilidad y sentido de pertenencia

en un mundo hiperconectado, pero socialmente desconectado de la capacidad y habilidad de comunicarse”.

La dependencia y uso excesivo de la IA puede incurrir en abrir la brecha en el contacto humano e interacción personal en la enseñanza y aprendizaje, aunado a esta la calidad de la información generada puede ser cuestionable debido a que estas inteligencias se entrenan con grandes cantidades de información (Peng y Tian, 2021).

El uso excesivo de la programación inteligente en detrimento de las interacciones humanas esenciales, va ligado a el enfoque utilitarista, el mismo que solo se preocupa de establecer un parámetro uso enmarcado en que la IA satisfaga nuestras necesidades operativas inmediatas, pero esto diluye el sentido real de la incorporación de la tecnología en la humanidad, su aplicación como un complemento de la actividad humana, la misma que ha enfocado su desarrollo evolutivo a través del uso de la tecnología como el recurso que extiende y complementa la acción humana para su desarrollo y evolución. En ese sentido, la tecnología neuronal artificial debe ser otro recurso que estimule la acción humana por medio de la concienciación de su rol como sistema complementario del humano, y no como un recurso que acapara toda actividad humana, creando las condiciones para dejar de ser autónomos y convertirnos en autómatas de la tecnología.

EL TEMOR A LO DESCONOCIDO: COMO LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SATANIZA LA IA COMO PLAGIO Y USO INDEBIDO

La IA ha avanzado considerablemente, como se señaló anteriormente, transformando procesos industriales y sobre todo permeando las instituciones educativas, al respecto Gallent y Comas, (2024), señalan que en el proceso educativo la IA promueve la eficiencia y proporciona soluciones a situaciones problemáticas complejas.

Todas las instituciones educativas hablan de IA y a la vez coinciden en que su uso es el tal anhelado objetivo que la educación siempre buscó, integrar los recursos tecnológicos al servicio de un sistema educativo que fusione el proceso de enseñanza y aprendizaje desde una visión que en la práctica particulariza la enseñanza, innove recursos de aprendizaje y conlleven a ambientes de aprendizajes que permite optimizar dicho fin. Pero en esa expresión explícita

e implícita a la vez sobre la IA por las instituciones educativas, surge un discurso paralelo, que en su implementación sataniza la IA, la criminaliza y hasta la convierte en un uso de estudiantes y docentes como una práctica desleal. Y esto se debe a que su implementación, es solo limitada a generar productos o tareas básicas enfocadas a productos académicos, tareas, procesos etc.

En este sentido, la institución por desconocimiento de la amplia gama de opciones didácticas y académicas que puede ofrecer la IA, limita su entendimiento solo al plagio a través de su uso indebido y esto genera una resonancia en los mismos actores del sistema educativo que ante esa atomización de uso de la IA la réplica y crean un círculo defectuoso de cómo entender la IA.

Existen cuatro emociones asociadas al uso de las IA, según Lee y Park (2023), la primera es la IA alfaestas, lo la cual es definida como el temor a su uso por ignorancia a lo desconocido, generando así, un abismo entre los que sí saben utilizarla y los que no, la segunda IA sustitubilidad, que es donde se refleja el temor a ser sustituido o reemplazado por estas nuevas tecnologías, el tercer miedo, está asociado a la falta de responsabilidad ética por el uso de la IA vulnerando, por ejemplo, los derechos de autoría, también está el hecho de aceptar las respuestas como una verdad absoluta, la última fobia es la esa sensación de verse arrastrado a implementación de estas, lo que genera miedo a lo desconocido, al respecto Slater (2024), menciona que ese sentimiento de obligación a la implementación, produce un sentimiento de pérdida de control al momento de tomar decisiones.

Es notorio que muchos factores inciden en esta clasificación del uso de la IA, uno de ellos se refiere al desconocimiento de su uso como se lo ha abordado en el presente trabajo, y es que la IA es disruptiva, pero a su vez la vertiginosidad con la que se va inoculando en el torrente del campo educativo crea una aplicación orientada a su uso práctico y no a sus posibilidades de aportar a un esquema transversal que mimetice la actividad educativa para coadyuvar el desarrollo y formación de seres humano conscientes de las posibilidades infinitas del uso de esta tecnología para afianzar los procesos de enseñanza y aprendizaje particularizando la enseñanza, esquematizando formas diversas de conocer la realidad y de practicar en diversos ambientes de aprendizaje optimizando el tiempo y espacio para lograrlo.

En este sentido, la institución educativa, debe realizar un acto de contribución que primero establezca el rol que juega dentro de este auge tecnológico, en el que su incidencia radica en delinear los aspectos, éticos, de aplicación,

pero sobre todo de una política de uso de IA transversalmente, no solo como un complemento a las actividades de enseñanza, sino que sea una práctica institucional, con normas establecidas y planificadas y que se enfoque en los dominios de aprendizaje e institucionales. Respecto a la evolución de la política y regulación al uso de la IA en el 2023 se ha acelerado y se ha convertido en un tema de interés público y académico (Guenduez y Mettler, 2023).

Para que estos aspectos éticos sean evidentes, es necesario normar en todos los aspectos y se reflejen en la planificación del currículo, para que así en el macro, meso y micro currículo exista una congruencia de su aplicación y considere en esas etapas de implementación de la IA una mirada que evite los sesgos que implica usar una tecnología que se alimenta del entrenamiento de la experiencias y datos que las misma humanidad se ha encargado de alimentar en la red y a su vez defina claramente los principios de uso en cada etapa de aprendizaje y sobre todo las diferentes acciones que guíen su uso en diversos entornos educativos. En el 2021, la UNESCO elaboró una guía para las personas responsables de formular las políticas (Miao et al., 2021). En esta guía, se pretende garantizar que se respeten los derechos humanos al momento de diseñar estas tecnologías con el propósito de que sirvan como un bien de provecho para el logro de los ODS en especial el 4.

Es por esta razón que el ente educativo debe hacer una adaptación de sus políticas y prácticas para que puedan abordar los desafíos que trae el uso de la IA. Al respecto Miao et al., (2021), señala que los criterios a los que se enfrenta las instituciones de educación son la ética y uso responsables, privacidad de datos, formación de docentes competentes y la evaluación y seguimiento de las normativas que se establezcan.

INTEGRACIÓN DE IA EN LA EDUCACIÓN, TRANSVERSALIZACIÓN EN EL CURRÍCULO Y EVALUACIÓN

Desde un enfoque meramente educativo, podríamos decir que somos el resultado del currículo que estuvo vigente en nuestra etapa educativa. Y es que el currículo en educación es esa esquematización de las diferentes acciones educativas que se realizan sobre el sujeto que aprende y es desde esta perspectiva, que la Inteligencia artificial y su integración en la educación sin lugar a duda debe estar matizada e incorporada al currículo. Esta integración debe ocurrir

fomentando la transparencia para generar confianza y apertura en los actores educativos y no solo esto, también garantizar que estos actores entiendan por qué, para qué se utiliza la IA (Chaudhry et al., 2022).

La adopción no se refiere a una asignatura o forma de ver la tecnología disruptiva en las actividades académicas, sino como un elemento que esté integrado transversalmente en el sistema educativo que se caracteriza primero por la concienciación de los actores educativo de que su uso es un elemento que permite afianzar el conocimiento por medio de su implementación en la diversidad de recursos aplicados a las acciones y herramientas educativas, de que esa misma implementación está formada por parámetros axiológicos y éticos de concienciación de trabajar respetando los parámetros de originalidad, pero sobre todo de utilizarla bajo esquemas diferenciados en los que el principio que rija su uso sea la integridad académica en servicio de la humanidad como ente rector de su aplicación. Es por esto que son los actores educativos quienes deben decidir cuáles son los criterios a considerar al momento de incorporar la IA en los entornos educativos donde se faciliten los espacios de diálogo y discusión para llegar a un consenso sobre su uso aprovechando al máximo su potencial para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje (Gallent et. al., 2024).

Esta práctica requiere una unificación de criterios para el uso de la IA, pero no como simples normas de uso, sino más bien como una política expresa que transversalice una conciencia tecnológica al servicio de la humanidad y de allí partir para implementarla en la realidad educativa. Pero en educación si no existe un proceso evaluativo de las actividades académicas que vislumbre las dimensiones cognitivas, procedimentales y valorativas del sujeto, no hablamos de un proceso educativo de calidad. Y es bajo esta premisa, que se requiere que la IA incorporada a la educación desde el currículo, esté integrada a un proceso de evaluación que logre evaluar esos aspectos en la aplicación de la IA, desde la participación de todos los actores educativos, enfocados a una integración de su uso, pero sobre todo de la concienciación de esos mismos actores de la importancia de conocer el lugar que ocupa la IA como un instrumento de apoyo que permite la ampliación del conocimiento de los seres humanos.

DESAFÍOS Y LIMITACIONES

Desde la imprenta de Gutenberg no se había concebido un quiebre que marque el antes y después de los desafíos para su implementación en la humanidad. La IA marca nuevamente ese escenario enfrentando algunos desafíos, pero no para su masificación como en su momento ocurrió con la imprenta, al contrario la IA, parte de una masificación irradiada en todos los aspectos de la cotidianidad actual, pero que en la mayoría de los campos, sobre todo el educativo, no sabemos cómo regular su implementación y sobre todo direccionar su sentido con miras en convertirla en una herramienta de calidad de los actores educativos y no como en estos momentos que enfrentamos brechas no solo tecnológicas, sino sociales y culturales en su uso.

DUALIDAD DEL USO DE LA IA EN EDUCACIÓN

Uno de los principales desafíos de la IA en la educación es su dualidad de implementación. Este avance tecnológico no queda exento de riesgos y desafíos con consecuencias que pueden ir desde lo cognitivo a lo ético (Floridi, 2023). Por un lado se reconoce el sentido evolutivo y tecnológico para el desarrollo de acciones y actividades educativas por todos los involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero paralelamente, la IA es vista como un recurso tecnológico que da ventajas a aquellos que la utilizan, adoptando matices de deshonestidad académica evidenciada en los plagió, su falta de originalidad en los que se plantea como resultado de su uso en los diversos productos académicos como tareas, planificaciones, artículo etc.

En este sentido, es necesario e imperante empezar a establecer, por parte del sistema educativo, una regulación que no va orientada solo al uso sino a la implicaciones que se deriven de ese uso, de conciencias a los diversos miembros de la comunidad educativa que la IA es un medio y no un fin para el desarrollo de tareas educativa, haciendo un parangón con la medicina que usa IA, en esta no se dan esos problemas de plagio en la medicina, porque en este campo es una herramienta predictiva y de uso propositivo, es así, con ese paralelismo se puede enfocar la IA en la educación.

En esta dualidad no podemos obviar lo que conlleva el uso de estas tecnologías centrándonos donde el uso de las IA pone en riesgo la protección de da-

tos y derechos de autor, la información recopilada por estas tecnologías con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje puede poner en riesgo datos sensibles. El almacenamiento de estos datos expone a los actores educativos a perder su privacidad (Sánchez et al., 2023). Aunado a este riesgo, después de la pandemia y el auge de la educación en línea, a través de la IA se puede tener acceso a las cámaras y micrófonos de los dispositivos vulnerando así la privacidad (Dawson, 2024).

LA ADOPCIÓN DE IA Y EL DETRIMENTO DE LAS INTERACCIONES HUMANAS ESENCIALES

La historia de la humanidad surge como una interacción social permanente, en todos sus niveles, incluso en los primigenios. Somos seres sociales por naturaleza. Y es la interacción la que ha permitido al humano alcanzar sus mayores logros. Incluso la IA es el resultado de dicha interacción. Pero cada vez es más evidente que la IA desde su dinámica adopta parámetros de individualización que se ponen de manifiesto al interactuar la persona con la máquina. Y en este contexto el sistema educativo a través de los aspectos que se han señalado en este trabajo requiere que tanto el currículum como desde la misma planificación educativa se promuevan y desarrollen acciones que permitan a la actividad académica integrar el uso de la IA desde una perspectiva que aborde el desarrollo de competencias blandas, aquellas que se formulan desde la interacción en grupos colaborativos de sujetos que trabajan con la IA desde la perspectiva grupal y que esto a su vez se vea complementado con el estímulo de trabajar desde marcos éticos que razonen el fin de la inteligencia artificial y de los productos que de ella se origine y que estos reflejan una postura axiológica al servicio de la sociedad y la humanidad en general, todo esto articulado en el sistema educativos juntos a todos los actores y sectores de la educación.

Sin embargo, estos desafíos por el uso de la IA no demeritan su valioso aporte en el ámbito educativo, al respecto Ocaña et. al (2019), en su investigación afirman que las IA tienen el potencial de mejorar la eficiencia y efectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto implica que, a pesar de los contras en su uso, se pueden enfrentar estos desafíos asegurando la transparencia en su uso y promoviendo la ética.

En un tiempo muy cercano las IA transformarán radicalmente nuestro mundo implementando nuevas estrategias para realizar trabajos académicos, tareas cotidianas, trayendo como consecuencia, el reemplazo de muchos empleos y ocasionando cambios muy significativos en diversas profesiones Múnera, (2023).

REFLEXIONES FINALES

La inteligencia artificial debe ser integrada de manera estratégica en el sistema educativo, no solo como una herramienta adicional, sino como, un componente esencial que enriquezca el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto requiere una revisión y adaptación del currículo educativo para incorporar la IA de manera transversal. Es fundamental establecer un marco ético que guíe el uso de la IA en la educación. Las instituciones deben promover y fomentar prácticas responsables que aseguren la transparencia y la integridad en el uso de estas tecnologías, evitando problemas como el plagio y la deshonestidad académica.

La implementación de la IA debe ir acompañada de un enfoque en el desarrollo de competencias blandas, promoviendo la colaboración y la interacción entre los actores educativos. Esto es crucial para preparar a los alumnos para un futuro laboral que exige profesionales competentes tecnológicos donde la IA será omnipresente.

A pesar de que la adopción de la IA presenta desafíos significativos, como la dependencia tecnológica, así como también, el riesgo de aislamiento social, también ofrece oportunidades para mejorar la eficiencia y efectividad del aprendizaje. Es imperante encontrar un equilibrio que promueva los beneficios mientras se mitigan los riesgos y desafíos. Debemos alfabetizarnos para comprender el por qué y para qué del uso de la IA, esto se logra con la formación de docentes y la actualización constante de las políticas educativas, las cuales son vitales para enfrentar y comprender los retos que plantea la IA. Los educadores y también los estudiantes deben estar capacitados para utilizar estas herramientas de manera efectiva y ética, garantizando que su implementación beneficie a todos los actores educativos.

La integración de la IA en el ámbito educativo es un proceso que se matiza complejo y que requiere un enfoque cuidadoso y reflexivo, orientado hacia

el desarrollo integral de los docente y estudiantes enfocado en robustecer y fortalecer el sistema educativo en su conjunto, fomentando el diálogo entre todos los actores del sistema educativo para que a través de un consenso se integre la IA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzahrani A. y Alshumaimeri A. (2020). Chatbots in education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 25(2):849–875.
- Aparicio-Gómez WO (2023). La inteligencia artificial y su incidencia en la educación: Transformando el aprendizaje para el siglo XXI. *RIPIE Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*. ;3:217-29 <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Bolaño-García, Matilde, & Duarte-Acosta, Nixon. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51-63. Epub September 15, 2023. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Cordero, Y. y Jiménez, H. (2024b). Telepresencia holográfica en la educación. ULEAM, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. <https://www.uteg.edu.ec/wp-content/uploads/2024/05/PUB2024-001-LIBROTELEPRESENCIA-HOLOGRAFICA.pdf>
- Crawford, K. (2023). Atlas de inteligencia artificial: Poder, política y costos planetarios. Fondo de Cultura Económica Argentina.
- D’Mello S, Graesser AC (2010). Multimodal semi-automated affect detection from conversational cues, gross body language, and facial features. *User Model User Adap Inter*. 2010;20:147-87 <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9074-4>
- Floridi, L. (2023). *The Ethics of Artificial Intelligence: principles, challenges, and opportunities*. Oxford University Press. <https://books.google.es/books?id=EKLLEAAQBAJ>
- Gallent-Torres, C. y Comas-Forgas, R. (2024). La llama de Prometeo: IA e integridad académica. *Cuadernos de pedagogía*, 549, 16-27, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9255110>
- Gallent-Torres, Cinta, Romero, Begoña Arenas, Adillón, María Vallespir, & Foltýnek, Tomáš. (2024). Inteligencia Artificial en educación: entre riesgos y potencialidades.
- Guenduez, A. A. y Mettler, T. (2023). Strategically constructed narratives on artificial intelligence: What stories are told in governmental artificial intelligen-

- ce policies? *Government Information Quarterly*, 40(1), 101719. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101719>
- Lee, J. y Park, J. (2023). AI as “Another I”: Journey map of working with artificial intelligence from AI-phobia to AI-preparedness. *Organizational Dynamics*, 52(3), 100994. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2023.100994>
- Leung, R., Tran, y Nye B. (2021). Chatbots in higher education: a review of recent research. *Journal of Computing in Higher Education*, 33(1):53–76.
- McMurtrie B (2018). How artificial intelligence is changing teaching. *The chronicle of higher education*. . p. 1-7. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. Disponible. en: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=How+artificial+intelligence+is+changing+teaching.&btnG=
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., y Zhang, H. (2021). Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>
- Múnera-Duque A., (2023). Inteligencia artificial y cirugía . *Rev Colomb Cir.* ;38:231-2. <https://doi.org/10.30944/20117582.2341>
- Ocaña-Fernández Y, Valenzuela-Fernández LA, Garro-Aburto LL (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propós. Represent.* ;7:536-68. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Peng J. y Tian F., (2021). Integration of chatbots in education: A systematic review. *Sustainability*, 13(4):1886.
- Práxis Educativa, 19, e23760. Epub 14 de outubro de 2024. <https://doi.org/10.5212/praxeduc.v19.23760.083>
- Sánchez, I. V. M. D. O., Bravo, M. G. E., Reyes, A. T. C., Marín, H. J. V., y Chacha, A. G. O. (2023). *EduTrends: Navegando en la Era Digital de la Educación*. Editorial Investigativa Latinoamericana (SciELA).
- Slater, G. B. (2024). Dread and the automation of education: From algorithmic anxiety to a new sensibility. *Review of Education, Pedagogy, and Cultural Studies*, 46(1), 170182. <https://doi.org/10.1080/10714413.2023.2299521>
- UNESCO. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en la educación: Desafíos y recomendaciones. <https://www.educ.educacionfutura.org>
- Villavicencio Santillan, W. (2024). Impacto ético de la IA en estudiantes universitarios: Desafíos en la adopción y su comprensión. *Revista Conrado*, 20(S1), 68-76.
- Yampolskiy, R.V. (Ed.). (2018). *Artificial Intelligence Safety and Security* (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781351251389>

CAPÍTULO VII

ÉTICA EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DESAFÍOS Y SOLUCIONES PARA UN DESARROLLO RESPONSABLE

MARTHA GUERRERO CARRASCO¹

MARÍA MITE ALBAN²

PAMELA RIVAS GUERRERO³

ERICK MUÑOZ ALVARADO⁴

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una tecnología disruptiva con un impacto profundo en diversos ámbitos de la sociedad, desde la economía hasta la salud y la educación. Este avance tecnológico ha permitido la creación de herramientas que optimizan procesos, incrementan la productividad y mejoran la calidad de vida. No obstante, a medida que la IA se integra de manera más profunda en nuestras vidas, también emergen interrogantes sobre sus implicaciones éticas, sociales y legales, lo que plantea una necesidad urgente de reflexionar sobre su desarrollo responsable.

Uno de los principales problemas asociados con la IA es el sesgo algorítmico, una situación donde las decisiones tomadas por sistemas automáticos pueden perpetuar o incluso amplificar desigualdades existentes. Por ejemplo, en el área de contratación laboral, se han detectado sistemas que favorecen a ciertos grupos demográficos sobre otros debido a datos históricos sesgados.

¹ Docente Agregado 1 de la Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil.

² Docente Agregado 1 de la Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil.

³ Consultora en Ciencias Políticas.

⁴ Alumno de la Facultad de Ciencias Administrativas, carrera de Finanzas, Universidad de Guayaquil.

Este problema no solo subraya la importancia de diseñar sistemas más justos, sino también de garantizar que las decisiones tomadas por la IA sean explicables y auditables.

Además, el uso de la IA en la recopilación y análisis de datos plantea serios desafíos para la privacidad de las personas. Desde dispositivos domésticos inteligentes hasta aplicaciones móviles, la IA recopila información sobre nuestros comportamientos y preferencias, generando preocupaciones sobre cómo se almacenan, utilizan y protegen esos datos. En un contexto global, donde las normativas sobre privacidad varían significativamente entre regiones, se hace evidente la necesidad de un marco regulatorio internacional que promueva la transparencia y proteja los derechos de los usuarios.

Otro aspecto crítico es el impacto de la IA en el empleo. La automatización de tareas repetitivas y predecibles ha llevado a una reducción en la demanda de ciertos trabajos tradicionales, generando preocupaciones sobre el desempleo tecnológico y la desigualdad económica. Sin embargo, también abre oportunidades para la creación de nuevos roles y la necesidad de desarrollar habilidades que complementen las capacidades de las máquinas, como la creatividad y la resolución de problemas.

En este contexto, la ética juega un papel fundamental para garantizar que la IA no solo sea eficiente, sino también equitativa y accesible. Este capítulo explora los principales desafíos éticos vinculados a la inteligencia artificial, analizando cómo pueden abordarse mediante soluciones prácticas y marcos normativos que promuevan un desarrollo responsable. Además, se reflexiona sobre la necesidad de establecer principios éticos universales que guíen la implementación de la IA en un contexto global, con especial énfasis en la colaboración interdisciplinaria y la inclusión de diversas perspectivas culturales y sociales. Este análisis no solo busca identificar los riesgos, sino también las oportunidades que surgen al implementar un enfoque ético en el diseño y despliegue de la IA.

DESARROLLO

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, integrándose en múltiples facetas de la vida cotidiana y profesional. Este avance ha suscitado preocupaciones éticas significativas

que requieren atención para garantizar un desarrollo y uso responsable de la tecnología. A continuación, se analizan los principales desafíos éticos asociados a la IA y se proponen soluciones recientes para abordarlos.

1. SESGO ALGORÍTMICO Y DISCRIMINACIÓN

Los sistemas de IA, al ser entrenados con datos históricos, pueden perpetuar o incluso amplificar sesgos existentes en la sociedad. Un ejemplo reciente es el fallo en los sistemas de desbloqueo facial, que presentan mayores tasas de error con personas racializadas, evidenciando una discriminación implícita en los algoritmos.

Soluciones Propuestas:

- **Diversificación de Datos de Entrenamiento:** Incluir conjuntos de datos más representativos y equilibrados para minimizar sesgos.
- **Auditorías Algorítmicas:** Implementar evaluaciones periódicas para identificar y corregir posibles discriminaciones en los sistemas de IA.
- **Transparencia en el Desarrollo:** Fomentar la apertura en los procesos de diseño y entrenamiento de algoritmos para permitir una supervisión externa efectiva.

2. PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de información personal plantea riesgos significativos para la privacidad. La recopilación y uso indebido de datos sin el consentimiento adecuado pueden conducir a violaciones de la intimidad de los individuos.

Soluciones Propuestas:

- **Regulaciones Estrictas:** Desarrollar y aplicar normativas que limiten la recopilación y uso de datos personales, garantizando el consentimiento informado de los usuarios.

- **Anonimización de Datos:** Implementar técnicas que protejan la identidad de los individuos en los conjuntos de datos utilizados por sistemas de IA.
- **Educación y Concienciación:** Informar a la ciudadanía sobre los riesgos asociados al uso de sus datos y cómo pueden proteger su privacidad en entornos digitales.

3. RESPONSABILIDAD Y RENDICIÓN DE CUENTAS

La delegación de decisiones en sistemas de IA plantea interrogantes sobre quién es responsable en caso de errores o daños. Recientemente, plataformas sociales han trasladado la responsabilidad al usuario en caso de que el contenido generado por la IA sea impreciso u ofensivo.

Soluciones Propuestas:

- **Marcos Legales Claros:** Establecer leyes que definan la responsabilidad en el uso de sistemas de IA, tanto para desarrolladores como para usuarios finales.
- **Supervisión Humana:** Asegurar que las decisiones críticas tomadas por IA sean revisadas y validadas por humanos para prevenir posibles daños.
- **Transparencia en las Políticas de Uso:** Las empresas deben comunicar claramente las limitaciones y responsabilidades asociadas al uso de herramientas de IA.

4. IMPACTO EN EL EMPLEO Y DESIGUALDAD ECONÓMICA

La automatización impulsada por la IA ha generado preocupaciones sobre la posible destrucción de empleos y el aumento de la desigualdad económica. Un informe reciente indica que el 55% de los latinoamericanos está a favor de regular la IA para mitigar estos efectos negativos.

Soluciones Propuestas:

- **Programas de Reciclaje Profesional:** Ofrecer formación y capacitación para que los trabajadores adquieran nuevas habilidades adaptadas al mercado laboral emergente.
- **Políticas de Ingreso Básico Universal:** Considerar la implementación de medidas económicas que aseguren un sustento básico ante la posible pérdida de empleos.
- **Fomento de la Innovación Responsable:** Promover el desarrollo de tecnologías que complementen, en lugar de reemplazar, las capacidades humanas.

5. REGULACIÓN Y GOBERNANZA DE LA IA

La rápida evolución de la IA ha superado en muchos casos la capacidad de los marcos regulatorios existentes para garantizar su uso ético y seguro. La Unión Europea ha avanzado en la creación de la AI Act, una normativa que establece estrictos controles para el uso ético de la IA.

Soluciones Propuestas:

- **Desarrollo de Normativas Internacionales:** Establecer acuerdos globales que regulen el desarrollo y uso de la IA, asegurando estándares éticos universales.
- **Creación de Organismos de Supervisión:** Instituir agencias encargadas de certificar y monitorear el cumplimiento de las normativas.
- **Participación Ciudadana en la Toma de Decisiones:** Involucrar a la sociedad civil en la discusión y elaboración de políticas relacionadas con la IA para reflejar una diversidad de perspectivas y valores.

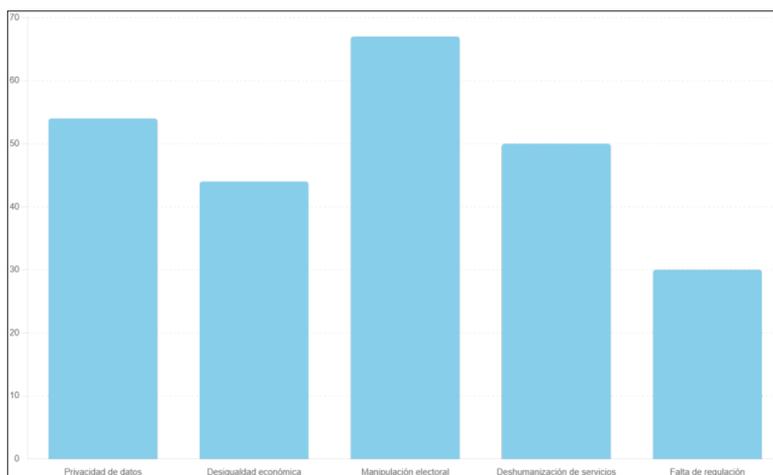
6. EDUCACIÓN Y CONCIENCIACIÓN ÉTICA

La falta de comprensión sobre el funcionamiento y las implicaciones de la IA puede conducir a su uso indebido o a la desconfianza pública. Expertos destacan la importancia de educar a la IA para que sea más igualitaria y refleje valores éticos.

Soluciones Propuestas:

- **Incorporación de la Ética en Planes Educativos:** Integrar la enseñanza de ética de la tecnología en currículos académicos para formar profesionales conscientes de las implicaciones de la IA.
- **Campañas de Sensibilización Pública:** Desarrollar iniciativas que informen a la ciudadanía sobre los beneficios y riesgos de la IA, promoviendo un uso informado y crítico.
- **Formación Continua para Desarrolladores:** Ofrecer programas de actualización que incluyan consideraciones éticas en el desarrollo de tecnologías emergentes.

A continuación, se presenta un gráfico que ilustra las principales preocupaciones éticas sobre la inteligencia artificial en 2024, basado en datos recientes:



1. Privacidad de datos: 54% de los españoles muestra preocupación por el uso de sus datos personales en sistemas de inteligencia artificial
2. Desigualdad económica: El 44% de los latinoamericanos cree que la IA incrementará la desigualdad económica
3. Manipulación electoral: Un estudio europeo muestra que el 67% teme que la IA se utilice para manipular resultados electorales
4. Deshumanización de servicios: Entre el 40% y el 60% de los encuestados creen que la IA deshumaniza los servicios esenciales
5. Falta de regulación: Menos del 30% de los ciudadanos cree que sus países están preparados para manejar el impacto de la IA

Este gráfico proporciona una visión general de las principales preocupaciones éticas relacionadas con la inteligencia artificial. Sin embargo, estas inquietudes son solo una parte del panorama más amplio de desafíos que enfrenta la IA en el contexto actual. A continuación, se exploran más aspectos críticos relacionados con el impacto de la IA en el empleo y las desigualdades económicas.

1. Impacto en el Empleo y la Desigualdad Económica. La automatización impulsada por la IA está transformando el mercado laboral global. Mientras que muchas tareas repetitivas y predecibles están siendo asumidas por sistemas de IA, también surgen nuevas oportunidades laborales. Según el Foro Económico Mundial (2023), se espera que para 2025 se creen 97 millones de nuevos empleos relacionados con la tecnología, pero también se pierdan 85 millones debido a la automatización. Esto plantea un delicado equilibrio entre creación y destrucción de empleo.

Ejemplos de Sectores Impactados:

- **Manufactura y Logística:** Robots y sistemas automatizados han reemplazado trabajos repetitivos, como los operarios de almacén. Empresas como Amazon ya utilizan flotas de robots para optimizar sus operaciones.
- **Salud y Bienestar:** La IA ha permitido avances en diagnósticos médicos, pero también ha generado preocupaciones sobre el desplazamiento de profesionales técnicos.

Propuestas para Mitigar el Impacto:

- **Programas de Reentrenamiento:** Iniciativas que capaciten a trabajadores en habilidades tecnológicas y digitales.
- **Políticas de Inclusión Laboral:** Garantizar que los beneficios de la automatización sean equitativos y no exacerben las desigualdades existentes.
- **Colaboración Público-Privada:** Alianzas entre gobiernos y empresas para facilitar la transición laboral.

2. **Regulación y Gobernanza de la IA.** A medida que la IA avanza, la falta de regulación adecuada es una preocupación creciente. La regulación debe abordar problemas como la privacidad, la responsabilidad en caso de errores y la equidad en el acceso a la tecnología.

- **AI Act de la Unión Europea:** Este marco regulatorio busca establecer directrices claras sobre el uso ético de la IA, clasificando los riesgos asociados y estableciendo controles estrictos.
- **Participación Global:** Iniciativas como la propuesta de la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial (AESIA) demuestran cómo los países pueden liderar la creación de normativas inclusivas.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA IA

Consumo Energético de los Modelos de IA. La operación de modelos de aprendizaje profundo y el mantenimiento de centros de datos demandan una cantidad significativa de energía. Por ejemplo, se estima que entrenar un solo modelo avanzado puede consumir la misma energía que cientos de hogares durante varias semanas. Este elevado consumo energético genera una preocupación ambiental importante, ya que muchas instalaciones de procesamiento de datos dependen de fuentes de energía no renovables, lo que contribuye al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero. A medida que el desarrollo de modelos más complejos se acelera, también aumenta la presión sobre los recursos energéticos globales.

Residuos Electrónicos y Sostenibilidad. El rápido avance de la tecnología también genera un volumen significativo de residuos electrónicos. Cada año, miles de servidores, discos duros y otros componentes se descartan debido a la obsolescencia tecnológica, lo que plantea un problema crítico de sostenibilidad. Si bien el reciclaje y la reutilización de materiales son prácticas que están ganando tracción, la falta de regulaciones globales consistentes limita el impacto de estas iniciativas. Además, los países en desarrollo, que a menudo carecen de infraestructura para el manejo adecuado de estos desechos, enfrentan riesgos significativos para la salud y el medio ambiente.

Soluciones y Avances Tecnológicos para la Sostenibilidad. A pesar de estos desafíos, hay avances notables hacia un futuro más sostenible en el ámbito de la inteligencia artificial. Muchas empresas tecnológicas están adoptando fuentes de energía renovable para alimentar sus centros de datos. Por ejemplo, Google y Microsoft han implementado estrategias para operar exclusivamente con energía solar y eólica en varias de sus instalaciones globales. Además, el diseño de algoritmos verdes está ganando protagonismo, optimizando el uso de recursos computacionales y reduciendo el consumo energético sin sacrificar el rendimiento.

Impacto Positivo de la IA en la Sostenibilidad. Aunque la IA presenta desafíos ambientales, también ofrece soluciones innovadoras para combatir el cambio climático. Los sistemas de IA se están utilizando para monitorear y analizar datos ambientales en tiempo real, lo que permite una mejor gestión de recursos naturales como el agua y la energía. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático ayudan a predecir patrones climáticos y optimizar la producción de energía renovable. Además, la IA está facilitando el desarrollo de tecnologías de captura de carbono, que podrían desempeñar un papel fundamental en la reducción de las emisiones globales.

Recomendaciones para un Futuro Sostenible. Para garantizar que los avances en inteligencia artificial no comprometan el bienestar ambiental, es fundamental establecer regulaciones globales que promuevan la sostenibilidad. Los gobiernos, las empresas y las instituciones académicas deben colaborar para desarrollar marcos que prioricen la eficiencia energética, la gestión adecuada de residuos electrónicos y la inversión en tecnologías verdes. Además, educar a los desarrolladores y usuarios sobre el impacto ambiental de la IA y fomentar la adopción de prácticas responsables es esencial para construir un futuro donde la tecnología y la sostenibilidad coexistan armoniosamente.

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta transformadora que impacta casi todos los aspectos de la vida moderna, desde la manera en que trabajamos y nos comunicamos, hasta cómo enfrentamos desafíos globales como el cambio climático. Sin embargo, este potencial disruptivo viene acompañado de una responsabilidad inmensa. A medida que la IA avanza, también lo hacen las preocupaciones éticas, sociales y ambientales que deben ser atendidas para garantizar que su desarrollo sea verdaderamente beneficioso para toda la humanidad.

El sesgo algorítmico, la privacidad de datos, la desigualdad económica y el impacto ambiental son desafíos críticos que exigen soluciones inmediatas y sostenibles. Cada uno de estos problemas pone en evidencia la necesidad de una colaboración más amplia entre diferentes sectores, incluidas las empresas tecnológicas, los gobiernos, las organizaciones internacionales y la sociedad civil. La implementación de marcos regulatorios globales, combinada con una educación ética en la tecnología y un compromiso con prácticas sostenibles, puede sentar las bases para una integración más responsable de la IA en nuestras vidas.

Es crucial reconocer que la inteligencia artificial no es una entidad autónoma, sino una creación humana que refleja nuestras prioridades, valores y limitaciones. Por lo tanto, debemos diseñarla y utilizarla de manera que fomente la equidad, la inclusión y el bienestar colectivo. Esto incluye garantizar que los beneficios de la IA no se concentren en unos pocos, sino que se distribuyan de manera justa, y que las comunidades más vulnerables no sean las más afectadas por sus impactos negativos.

Además, la IA tiene el potencial de ser una herramienta poderosa para resolver problemas complejos. Desde la mejora en diagnósticos médicos hasta el diseño de soluciones innovadoras para la sostenibilidad ambiental, la IA puede contribuir significativamente al progreso humano si se emplea de manera ética y responsable. Sin embargo, alcanzar este equilibrio requiere un esfuerzo constante para anticipar y mitigar los riesgos asociados, mientras se maximiza su potencial positivo.

En última instancia, la ética en la inteligencia artificial debe considerarse como un proceso dinámico que evoluciona con la tecnología misma. Esto implica una reflexión continua sobre cómo adaptarnos a nuevos desafíos y

oportunidades, al tiempo que mantenemos un compromiso inquebrantable con los valores que definen nuestra humanidad. Solo a través de esta combinación de innovación, responsabilidad y colaboración podremos construir un futuro donde la IA sea una fuerza genuina para el bien común, garantizando su contribución al desarrollo sostenible y equitativo de las generaciones presentes y futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cadena SER. (2024, diciembre 13). *Los sesgos de la inteligencia artificial: El desbloqueo facial falla más con las personas racializadas*. Radio Eibar. Recuperado de <https://cadenaser.com/euskadi/2024/12/13/los-sesgos-de-la-inteligencia-artificial-el-desbloqueo-facial-falla-mas-con-las-personas-racializadas-radio-eibar/>
- Cinco Días. (2024, noviembre 29). *Europa busca liderar la regulación de la inteligencia artificial*. El País. Recuperado de <https://cincodias.elpais.com/companias/2024-11-29/europa-busca-liderar-la-regulacion-de-la-inteligencia-artificial.html>
- El País. (2024, octubre 28). *La inteligencia artificial multiplicará por 1.000 la basura electrónica esta década*. Recuperado de <https://elpais.com/tecnologia/2024-10-28/lainteligencia-artificial-multiplicara-por-1000-la-basura-electronica-esta-decada.html>
- El País. (2024, diciembre 13). *El 55% de los latinoamericanos está a favor de regular la inteligencia artificial*. Recuperado de <https://elpais.com/america/2024-12-13/el-55-delatinoamericanos-esta-a-favor-de-regular-la-inteligencia-artificial.html>
- El País. (2024, diciembre 20). *La digitalización como parte de la solución al cambio climático*. Recuperado de <https://elpais.com/proyecto-tendencias/2024-12-20/ladigitalizacion-como-parte-de-la-solucion-al-cambio-climatico.html>
- Foro Económico Mundial. (2024, noviembre). *Cómo equilibrar innovación y gobernanza en la era de la IA*. Recuperado de <https://es.weforum.org/stories/2024/11/equilibrioentre-innovacion-y-gobernanza-en-la-era-de-la-ia/>
- Google. (2023). *Informe de impacto ambiental 2023*. Recuperado de https://sustainability.google/intl/es_es/reports/google-2023-environmental-report/
- MIT Technology Review. (2024, febrero 15). *Uso responsable de la tecnología en la era de la IA*. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/2024/02/15/1087815/responsible-technology-use-in-the-ai-age/>

Ortega, A. (2023, septiembre 17). *Cómo la nueva inteligencia artificial puede manipularte como votante*. El País. Recuperado de <https://elpais.com/ideas/2023-09-17/como-la-nueva-inteligencia-artificial-puede-manipularte-como-votante.html>

PR Noticias. (2024, diciembre 11). *Privacidad de datos e inteligencia artificial: Los mayores retos empresariales del 2024*. Recuperado de <https://prnoticias.com/2024/12/11/privacidad-de-datos-e-inteligencia-artificial-losmayores-retos-empresariales-del-2024/>

CAPITULO VIII

IA Y LA INDUSTRIA 4.0: CLAVES PARA LA COMPETITIVIDAD GLOBAL DE AMÉRICA LATINA

CINTHIA NOEMI ZACATENCO ARELLANO

RESUMEN

Este capítulo analiza el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) y las tecnologías de la Industria 4.0 en la competitividad global de América Latina. A través de un enfoque integral, se abordan los principales retos y oportunidades que enfrenta la región al adoptar estas tecnologías avanzadas. América Latina, a pesar de su considerable potencial en sectores clave como la agricultura, la manufactura y los servicios, enfrenta obstáculos significativos como la falta de infraestructura tecnológica, la desigualdad en el acceso a la digitalización, y la escasez de talento especializado en tecnologías emergentes. Estos desafíos limitan la capacidad de las empresas y gobiernos para implementar soluciones tecnológicas que podrían transformar las industrias regionales.

Sin embargo, se destacan varias oportunidades estratégicas que la región puede aprovechar a través de la adopción de la Industria 4.0. La automoción inteligente, el uso de robótica avanzada, y el análisis predictivo de datos son solo algunos de los aspectos clave que permiten la optimización de procesos en industrias como la manufactura, la minería y la agricultura, lo que lleva a una mayor productividad, reducción de costos operativos y una mayor capacidad para competir a nivel global. Además, se analiza cómo la personalización masiva de productos y la mejora en la gestión de la cadena de suministro mediante IA pueden abrir nuevas oportunidades de negocio para empresas latinoamericanas.

El capítulo también profundiza en la importancia de una colaboración público privada para acelerar la adopción de estas tecnologías en América

Latina. Las políticas públicas que fomenten la inversión en innovación, la capacitación de la fuerza laboral y la creación de ecosistemas tecnológicos robustos son fundamentales para asegurar que la región no quede rezagada frente a otras economías emergentes. Asimismo, se señala que la educación tecnológica y la formación en habilidades digitales deben ser prioritarias para preparar a las nuevas generaciones para las demandas del mercado laboral global.

Palabras Clave: Competitividad Global, Transformación Digital, Innovación Tecnológica, Desarrollo Económico

INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) y las tecnologías asociadas con la Industria 4.0 están transformando rápidamente los sectores industriales y económicos en todo el mundo, posicionándose como elementos clave para la competitividad global. Este proceso de transformación digital, que incluye la automatización avanzada, el análisis de grandes volúmenes de datos y la interconexión de sistemas inteligentes, está remodelando tanto las industrias tradicionales como las emergentes, abriendo nuevas oportunidades y presentando desafíos significativos. Si bien países desarrollados lideran la adopción de estas tecnologías, América Latina se enfrenta a una transición digital compleja, marcada por una serie de barreras estructurales y económicas que dificultan el aprovechamiento pleno del potencial que estas tecnologías ofrecen.

En este contexto, la región de América Latina se encuentra en una encrucijada estratégica. Por un lado, los países latinoamericanos se ven obligados a modernizar sus industrias para mantenerse competitivos en un mercado global cada vez más digitalizado y automatizado. Por otro lado, deben lidiar con desafíos como la falta de infraestructura tecnológica, la escasez de talento especializado y las desigualdades sociales y económicas que limitan el acceso equitativo a estas tecnologías. No obstante, a pesar de estos obstáculos, la adopción de la IA y las soluciones de la Industria 4.0 representa una oportunidad estratégica para los países de la región, ofreciendo el potencial de no

solo mejorar la productividad industrial, sino también impulsar la innovación, crear empleos especializados y fomentar una mayor inclusión digital.

Este artículo tiene como objetivo explorar cómo la IA y la Industria 4.0 pueden convertirse en motores clave de desarrollo económico para América Latina, proporcionando un análisis detallado de los desafíos y las oportunidades que enfrenta la región. A través de una revisión de los principales sectores productivos y los avances tecnológicos en la región, se examinarán las formas en que estas tecnologías están siendo adoptadas, así como las estrategias necesarias para acelerar su integración en las economías locales. De igual manera, se explorará cómo la colaboración entre gobiernos, empresas y universidades puede fomentar un ecosistema innovador y competitivo, que permita a América Latina no solo adaptarse a los cambios globales, sino también aprovechar sus ventajas comparativas para competir en la economía digital global.

Figura 1. IA Holográfica con referencia en la industria y un fondo tecnológico minimalista



Fuente: Microsoft Copilot (2024), con la alimentación de datos propios.

En un mundo donde la transformación digital es esencial para el crecimiento económico y la supervivencia competitiva de las naciones, este artículo busca proporcionar una visión comprensiva de las posibilidades que tienen los países latinoamericanos para integrar la Industria 4.0 en su desarrollo económico, garantizando un crecimiento sostenible y equilibrado en la región. La adopción estratégica de la IA no solo puede mejorar la eficiencia y reducir costos, sino también ofrecer nuevas vías de innovación, impulsando a América Latina hacia una economía digitalizada y globalmente competitiva. **(Ver Figura 1)**

ANTECEDENTES

La Industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, es un concepto que describe la integración de tecnologías inteligentes y conectadas en los procesos de producción. Estas incluyen la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la robótica avanzada, la manufactura aditiva (impresión 3D) y los sistemas ciberfísicos. La adopción de la Industria 4.0 en América Latina es fundamental para que los países de la región puedan aumentar su competitividad global y mejorar su productividad en comparación con economías más desarrolladas.

La Industria 4.0 en América Latina

En América Latina, la implementación de la Industria 4.0 ha sido más lenta en comparación con regiones como Europa o Asia. Esto se debe a varias barreras, como la falta de infraestructura digital adecuada, la escasez de personal altamente capacitado en tecnologías avanzadas y una inversión insuficiente en investigación y desarrollo (I+D). Sin embargo, algunos países latinoamericanos han comenzado a avanzar en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, especialmente en sectores como la manufactura, la agricultura y la energía (García y Rodríguez, 2021).

Por ejemplo, México, Brasil y Argentina son líderes en la adopción de la IA dentro de América Latina, especialmente en sectores como la automotriz y la electrónica. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2020), Brasil ha liderado el desarrollo de proyectos piloto de Industria 4.0 en sus fábricas, y México ha comenzado

a aplicar tecnologías de IA en la cadena de suministro de grandes empresas manufactureras.

La adopción de la IA y su impacto

La inteligencia artificial juega un papel central en la Industria 4.0. En particular, la IA se utiliza para optimizar los procesos de producción, reducir los costos operativos, mejorar la calidad del producto y facilitar la toma de decisiones basadas en datos. Según un estudio de la Inter-American Development Bank (IDB, 2021), la adopción de tecnologías basadas en IA podría aumentar el Producto Interno Bruto (PIB) de América Latina en un 3.5% en la próxima década, contribuyendo significativamente al crecimiento económico de la región. Sin embargo, a pesar de los avances, la implementación generalizada de la IA enfrenta obstáculos. En muchas naciones latinoamericanas, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) tienen dificultades para acceder a estas tecnologías debido a los altos costos y la falta de infraestructura. Además, la región enfrenta una brecha significativa en términos de educación tecnológica, lo que limita la disponibilidad de talento calificado en áreas clave de IA (Morales y Pérez, 2020).

Retos y Oportunidades

Aunque los retos son significativos, la Industria 4.0 ofrece oportunidades clave para América Latina. La región puede aprovechar sus ventajas comparativas en sectores como la agricultura de precisión, la minería y las energías renovables mediante la implementación de soluciones basadas en IA. Además, la IA puede mejorar la competitividad de las empresas latinoamericanas en mercados globales al permitirles operar con mayor eficiencia y adaptarse rápidamente a las demandas del mercado (Gómez y López, 2022). **(Ver Figura 2)**

Figura 2. Minimalist digital AI in Latin America with a technological background featuring various industry logos



Fuente: Microsoft Copilot (2024), con la alimentación de datos propios

1. IA Y SU IMPACTO EN LA INDUSTRIA 4.0

La Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la Industria 4.0, transformando la manera en que las empresas diseñan, producen y distribuyen bienes y servicios. En el contexto de la Industria 4.0, la IA no solo se limita a la automatización de procesos, sino que también se integra a un sistema más amplio que involucra la digitalización total de la cadena de valor. Esto incluye la comunicación de máquinas entre sí, la recopilación de datos en tiempo real y la capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes sin intervención humana directa. La adopción de estas tecnologías mejora la eficiencia operativa, reduce costos y permite una mayor personalización en los productos y servicios ofrecidos.

Optimización de Procesos Productivos a Través de la IA

La IA permite una optimización continua de los procesos productivos mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) y análisis predictivo. Esto se logra mediante la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos generados por sensores en máquinas, sistemas de control y equipos de producción. Estos sistemas permiten predecir fallos en las máquinas antes de que ocurran, lo que reduce el tiempo de inactividad no planificado y mejora la productividad de las fábricas. Por ejemplo, en la industria automotriz, la IA se usa para predecir el mantenimiento de los robots que ensamblan vehículos. A través del análisis de datos en tiempo real, los algoritmos de IA pueden identificar patrones que indican un posible fallo en una pieza antes de que se produzca, permitiendo que las empresas realicen un mantenimiento predictivo y eviten paradas de producción costosas. De acuerdo con un informe del Foro Económico Mundial (2022), la implementación de IA en la manufactura podría reducir los costos operativos en un 20-30%, lo que sería un cambio transformador para las empresas latinoamericanas, muchas de las cuales operan con márgenes ajustados.

Personalización Masiva y Flexibilidad

Una de las características más destacadas de la Industria 4.0 es la personalización masiva, es decir, la capacidad de producir bienes a medida para cada cliente sin perder las ventajas de escala que se logran en la producción en masa. Aquí es donde la IA juega un papel esencial. Mediante algoritmos avanzados, la IA puede analizar las preferencias y comportamientos de los consumidores para predecir la demanda de productos personalizados. A su vez, puede gestionar los recursos de producción de manera más eficiente, asegurando que las fábricas puedan adaptarse rápidamente a los cambios en las preferencias de los consumidores. En América Latina, esto puede ser especialmente útil para sectores como la moda, la confección y la fabricación de equipos electrónicos, que ya están experimentando una demanda creciente de productos más personalizados. La capacidad de las empresas para ofrecer productos a medida sin sacrificar la eficiencia productiva puede convertirse en una ventaja competitiva crucial en el mercado global. **(Ver Figura 3)**

Figura 3. IA Personalización Masiva y Flexibilidad



Fuente: Microsoft Copilot (2024), con la alimentación de datos propios

Automatización de Tareas Repetitivas y Mejora de la Eficiencia Operativa

La automatización es otra área clave en la que la IA está impactando la Industria 4.0. En las fábricas del futuro, los sistemas de IA no solo realizan tareas repetitivas y peligrosas, sino que también aprenden a optimizar esos procesos con el tiempo. La automatización de procesos, como la manipulación de materiales, la soldadura, el embalaje y el control de calidad, puede reducir significativamente los costos de producción al disminuir la dependencia de la mano de obra humana en tareas que no requieren toma de decisiones complejas.

En América Latina, especialmente en países con grandes sectores de manufactura como México y Brasil, la automatización apoyada por IA puede ser una herramienta fundamental para mejorar la competitividad frente a las

economías más desarrolladas, donde la automatización ya está muy avanzada. Según un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021), la implementación de tecnologías como robots colaborativos (cobots) y sistemas automatizados basados en IA puede aumentar la eficiencia en sectores como la manufactura y la agricultura.

Mejor Toma de Decisiones con Big Data y IA

Los sistemas basados en IA también permiten una mejor toma de decisiones mediante el análisis de grandes volúmenes de datos (big data) que las empresas producen constantemente. La IA permite a las empresas de la Industria 4.0 tomar decisiones en tiempo real basadas en información actualizada y precisa, lo que facilita la optimización de la cadena de suministro, la gestión de inventarios y la planificación de la producción.

Por ejemplo, en la industria de alimentos y bebidas, la IA puede predecir las variaciones en la demanda de productos con base en variables como el clima, los eventos locales o las tendencias de consumo. De esta manera, las empresas pueden ajustar su producción de manera dinámica y evitar el exceso de inventario o la escasez de productos. En el contexto latinoamericano, este tipo de capacidades puede transformar los sectores clave de la economía, como la agricultura, la minería y la producción de bienes de consumo, ayudando a las empresas a reducir pérdidas y mejorar sus márgenes.

Impacto de la IA en el Futuro de la Competitividad Global

A medida que la adopción de la Inteligencia Artificial (IA) en la Industria 4.0 se expanda, las empresas de América Latina tendrán la oportunidad de competir globalmente no solo a través de precios bajos, sino también mediante la calidad, la innovación y la adaptabilidad. La integración de tecnologías avanzadas como la automatización inteligente, la inteligencia de datos y la robótica avanzada permitirá que las empresas latinoamericanas ofrezcan productos de alta calidad y adaptados a las demandas cambiantes del mercado global. Esto generará un aumento en la competitividad de la región, que se podrá traducir en una mayor participación en mercados internacionales (Chui, Manyika, y Miremadi, 2018).

Para que esta transformación sea exitosa, será esencial que los gobiernos de América Latina apoyen el proceso mediante la promoción de políticas públicas que fomenten la digitalización y la capacitación tecnológica. Además, se requiere un enfoque colaborativo entre empresas y universidades para fortalecer el ecosistema de innovación y promover la creación de startups tecnológicas que impulsen el desarrollo de nuevas soluciones inteligentes (Brynjolfsson y McAfee, 2014; OECD, 2020).

2. DESAFÍOS PARA AMÉRICA LATINA EN LA ADOPCIÓN DE LA IA EN LA INDUSTRIA 4.0

Aunque la adopción de la IA y las tecnologías asociadas con la Industria 4.0 ofrece grandes oportunidades para América Latina, también presenta una serie de desafíos significativos que deben abordarse para lograr una transformación efectiva en la región. Estos obstáculos van desde la infraestructura tecnológica hasta la falta de habilidades especializadas, y varían según el país y el sector. Superar estos desafíos será crucial para que América Latina pueda competir eficazmente en el escenario global.

Brechas en Infraestructura Digital

Uno de los mayores obstáculos para la adopción de la IA en América Latina es la falta de infraestructura digital adecuada. A pesar de los avances en la conectividad, muchas áreas rurales y urbanas siguen teniendo acceso limitado a internet de alta velocidad y a redes de comunicación avanzadas. La infraestructura de datos, como los centros de datos y las plataformas en la nube, sigue siendo insuficiente en muchos países de la región, lo que dificulta la recopilación, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos necesarios para la IA y la Industria 4.0.

De acuerdo con un informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021), el 40% de la población de América Latina aún carece de acceso a internet de calidad, lo que pone en desventaja a muchas empresas pequeñas y medianas (PYMEs) en su capacidad para implementar soluciones basadas en IA. La falta de infraestructura adecuada impide que las

empresas aprovechen al máximo las tecnologías de la Industria 4.0, limitando su capacidad de integración en redes globales de producción.

Brecha de Capacitación y Talento Especializado

La falta de talento especializado es otro desafío crítico en la región. Aunque el mercado laboral de América Latina tiene un alto porcentaje de trabajadores jóvenes y educados, las habilidades necesarias para trabajar con tecnologías avanzadas como la IA, el machine learning y la automatización industrial aún están subrepresentadas. La mayoría de las universidades en la región no ofrecen programas educativos suficientemente enfocados en estas tecnologías, lo que dificulta la formación de una fuerza laboral capacitada.

La educación tecnológica sigue siendo un desafío en muchos países de la región. En muchos casos, los programas educativos están desactualizados y no se alinean con las necesidades del mercado laboral de la Industria 4.0. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021), la región enfrenta una gran escasez de profesionales en ciencias de la computación, inteligencia artificial y ingeniería, con una estimación de que hasta el 30% de los empleos relacionados con la tecnología estarán vacantes en los próximos años debido a la falta de habilidades adecuadas.

Esto tiene un impacto directo en la capacidad de las empresas para adoptar tecnologías avanzadas y optimizar sus procesos productivos. La escasez de profesionales en IA puede hacer que las empresas se enfrenten a una falta de expertos local, lo que las obliga a recurrir a consultores externos o a importar tecnologías de otros países, lo cual aumenta los costos y limita la sostenibilidad de las soluciones adoptadas.

Falta de Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D)

La inversión insuficiente en investigación y desarrollo (I+D) es otro de los principales obstáculos que enfrenta América Latina para integrar la IA y la Industria 4.0 en sus industrias. A pesar de que algunos países de la región, como Brasil y México, han realizado avances, la región sigue estando rezagada en términos de gasto en I+D, especialmente en comparación con economías más desarrolladas.

Según el Banco Mundial (2020), América Latina invierte solo alrededor del 0.6% de su PIB en I+D, en comparación con el 2-3% de economías como Estados Unidos, Alemania o Japón. Esta falta de inversión limita la capacidad de la región para desarrollar tecnologías propias y adaptadas a sus necesidades locales. Además, muchas de las tecnologías emergentes que impulsan la Industria 4.0 provienen de países que ya cuentan con infraestructura robusta de I+D, lo que deja a América Latina en una posición vulnerable de dependencia tecnológica.

Desigualdad en la Adopción de la IA

Otro desafío importante es la desigualdad en la adopción de la IA entre los diferentes países de la región. Si bien países como Brasil, México y Argentina están avanzando en la adopción de la IA en la industria, otros países de América Central y el Caribe aún tienen dificultades para acceder a estas tecnologías debido a limitaciones económicas y de infraestructura.

Este desajuste crea una brecha digital que puede profundizar las desigualdades dentro de la región. Las grandes empresas de los países más desarrollados de América Latina tienen la capacidad de invertir en IA, pero las PYMEs y las startups luchan por acceder a estas tecnologías debido a los altos costos iniciales y la falta de apoyo gubernamental. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2021), el 70% de las pequeñas y medianas empresas en América Latina aún no ha integrado soluciones de IA, lo que limita su capacidad para competir en mercados globalizados.

Resistencia Cultural y Mentalidad Conservadora

Por último, la resistencia cultural al cambio y la mentalidad conservadora en muchas empresas latinoamericanas también representan un obstáculo para la adopción de la IA. En muchos casos, los líderes empresariales tienen una visión tradicional de los procesos productivos y están reticentes a adoptar nuevas tecnologías debido al miedo a la disrupción, los costos iniciales o la falta de conocimiento de los beneficios de la IA.

Según un estudio de Gómez y López (2022), muchas empresas latinoamericanas perciben la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 como un

proceso riesgoso y costoso, y prefieren seguir con sus métodos tradicionales. Esto se debe en parte a la falta de información sobre los beneficios tangibles de la IA y la Industria 4.0, así como la falta de incentivos claros por parte de los gobiernos y organismos internacionales. **(Ver Figura 4)**

Figura 4. IA Holográfica con un fondo tecnológico y con símbolos de monedas y pesos



Fuente: Microsoft Copilot (2024), con la alimentación de datos propios

3. OPORTUNIDADES PARA AMÉRICA LATINA EN LA ADOPCIÓN DE LA IA EN LA INDUSTRIA 4.0

La adopción de la Inteligencia Artificial (IA) y la integración de las tecnologías de la Industria 4.0 ofrecen a América Latina una serie de oportunidades estratégicas para mejorar la competitividad global, modernizar sus industrias y abordar varios de los desafíos económicos y sociales que enfrenta la región. A pesar de los obstáculos mencionados previamente, los beneficios de la digitalización y la automatización, cuando se implementan adecuadamente, pueden potenciar el desarrollo económico y social en América Latina.

Incremento en la Productividad y Reducción de Costos Operativos

Una de las principales oportunidades que ofrece la adopción de la IA es el incremento de la productividad y la reducción de los costos operativos. Las tecnologías de la Industria 4.0, como la automatización avanzada y los sistemas inteligentes de gestión de la producción, permiten a las empresas latinoamericanas optimizar sus operaciones. Por ejemplo, la implementación de robots colaborativos (cobots) y sistemas de mantenimiento predictivo permite a las empresas reducir los tiempos de inactividad no planificados y aumentar la eficiencia en las líneas de producción.

En sectores como la manufactura y la agricultura, la automatización y el uso de la IA pueden transformar procesos tradicionales, permitiendo a las empresas mejorar la calidad de sus productos y reducir costos a largo plazo. Según un informe de la OECD (2020), se estima que la automatización en América Latina podría reducir los costos de producción en un 20% en las próximas dos décadas, lo que representaría un impulso considerable para la competitividad regional.

Diversificación y Personalización de Productos y Servicios

La capacidad de las empresas para personalizar productos y servicios a gran escala es otra gran oportunidad que ofrece la Industria 4.0. La IA permite a las empresas recolectar y analizar datos detallados sobre las preferencias de los consumidores, lo que facilita la personalización masiva. En sectores como la moda, los electrodomésticos, o los productos de consumo, las empresas pueden adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, ofreciendo productos específicos a segmentos de clientes o incluso a individuos.

Esta capacidad de personalización puede abrir nuevas oportunidades para las empresas latinoamericanas en mercados globales, especialmente en industrias como la textil, la electrónica y la alimentación, donde la demanda de productos personalizados está en aumento. Además, el uso de la IA para predecir tendencias de consumo puede ayudar a las empresas a adelantarse a la competencia, adaptando su producción y oferta de manera ágil y eficiente.

Mejora en la Toma de Decisiones Estratégicas

La IA y los sistemas de análisis predictivo permiten a las empresas tomar decisiones informadas y basadas en datos. A través de la recopilación de datos en tiempo real y su procesamiento mediante algoritmos inteligentes, las empresas pueden mejorar su gestión de inventarios, optimización de la cadena de suministro y planificación de la producción. Además, los sistemas de IA pueden predecir fluctuaciones en la demanda o anticipar cambios en el mercado, lo que permite a las empresas ajustar su estrategia a tiempo.

Para las empresas latinoamericanas, esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, la reducción de pérdidas y una respuesta más rápida a las condiciones del mercado. Según el BID (2022), la implementación de IA en la cadena de suministro podría reducir los costos logísticos hasta un 15%, lo que representaría un ahorro significativo para las empresas de la región, especialmente en sectores como la automotriz o la alimentación.

Fomento de la Innovación y la Competitividad Regional

La adopción de la IA en la Industria 4.0 no solo impacta a las empresas individuales, sino que también puede fomentar una cultura de innovación a nivel regional. Al invertir en tecnología y en el desarrollo de capacidades digitales, las empresas latinoamericanas pueden participar activamente en la innovación global, colaborando con empresas de otras partes del mundo y compartiendo conocimientos para mejorar los procesos productivos.

Las startups tecnológicas y las PYMEs tienen una oportunidad particular de innovar mediante la implementación de soluciones tecnológicas disruptivas. En países como Brasil y México, ha crecido el ecosistema de emprendimiento tecnológico enfocado en la IA, que puede contribuir significativamente al fortalecimiento de la competitividad regional.

Además, al mejorar su productividad y tecnología local, las empresas latinoamericanas pueden alcanzar una mejor posición competitiva frente a mercados internacionales, aprovechando sus ventajas comparativas, como la abundancia de recursos naturales y la capacidad de producir a bajo costo en sectores clave como la minería y la agricultura.

Creación de Empleos Especializados y Nuevas Oportunidades Laborales

A pesar de los temores sobre la pérdida de empleos debido a la automatización, la Industria 4.0 también tiene el potencial de crear empleos especializados y generar nuevas oportunidades laborales. La implementación de tecnologías de IA en las fábricas y empresas requiere una fuerza laboral capacitada en áreas como el desarrollo de software, análisis de datos, ciberseguridad y mantenimiento de equipos automatizados.

El desarrollo de habilidades tecnológicas a través de programas educativos especializados en IA y tecnologías emergentes puede ayudar a la región a crear una fuerza laboral más competitiva en el escenario global. Esto no solo beneficiaría a los sectores tecnológicos, sino también a áreas como la salud, la educación y la gestión empresarial, donde la IA puede transformar procesos y servicios, creando nuevas oportunidades de empleo y fomentando el desarrollo de nuevos sectores económicos.

Colaboración Internacional y Acceso a Nuevos Mercados

Por último, la adopción de la IA abre la puerta a colaboraciones internacionales que pueden beneficiar a América Latina. Las empresas latinoamericanas pueden participar en redes globales de innovación, acceder a financiamiento para proyectos tecnológicos y colaborar en el desarrollo de soluciones tecnológicas con socios internacionales.

Además, al estar alineadas con los estándares internacionales de la Industria 4.0, las empresas de la región pueden acceder a nuevos mercados globales, especialmente en sectores como la automotriz, la electrónica de consumo y la biotecnología, donde la demanda de productos de alta tecnología está en constante crecimiento. **(Ver Figura 5)**

Figura 5. IA holográfica con un fondo del planeta tierra y símbolos de comercio y mercancías



Fuente: Datos propios

CONCLUSIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) y las tecnologías asociadas con la Industria 4.0 se han posicionado como los motores de la transformación económica global, con un impacto que promete redefinir tanto la competitividad industrial como el desarrollo económico en todo el mundo. Para América Latina, la adopción de estas tecnologías representa una oportunidad estratégica única para modernizar sus sectores productivos y mejorar su participación en la economía global. Sin embargo, el camino hacia la integración de la Industria 4.0 en la región está lleno de retos estructurales que van más allá de la simple implementación tecnológica. Para lograr aprovechar plenamente las oportunidades que ofrecen la IA y la automatización avanzada, es fundamental que los países latinoamericanos enfrenten y superen desafíos clave, tales como la desigualdad en el acceso a las tecnologías, la falta de infraestructura digital en muchas áreas, y la escasez de talento humano altamente capacitado en el ámbito tecnológico.

Uno de los principales desafíos que América Latina enfrenta en su intento por convertirse en un jugador competitivo dentro de la economía digital global es la infraestructura tecnológica deficiente. A pesar de los avances en ciertos países, la región en su conjunto aún se encuentra rezagada en términos de acceso a internet de alta velocidad, conectividad digital y infraestructura de datos. Este déficit limita la capacidad de las empresas para adoptar tecnologías avanzadas como la automatización industrial, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial y la robótica, que son esenciales para mejorar la productividad y la eficiencia en los sectores industriales. Para que América Latina logre una transformación digital efectiva, será necesario que los gobiernos implementen políticas públicas que faciliten la expansión de infraestructura tecnológica a través de inversiones en redes de comunicación avanzadas y en la digitalización de sectores estratégicos como la educación, la salud, y la industria.

A su vez, la formación de capital humano es otro factor crucial en este proceso. Aunque la región cuenta con un mercado laboral joven y con un alto potencial de crecimiento, la escasez de profesionales capacitados en áreas clave como la programación, la analítica de datos, la ciencia de datos y la ingeniería de sistemas sigue siendo una barrera importante para la adopción de tecnologías avanzadas. Para superar este obstáculo, se requiere una reforma educativa orientada a la formación en habilidades digitales desde una edad temprana, así como la creación de programas de capacitación continua que permitan a los trabajadores actuales adaptarse a los nuevos requerimientos del mercado laboral. Las universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas deben colaborar para diseñar currículos que respondan a las necesidades de la Industria 4.0, formando una fuerza laboral altamente capacitada que pueda liderar la transformación tecnológica.

No obstante, más allá de estos retos, la región tiene un potencial significativo para aprovechar la Industria 4.0 y la IA para fomentar un crecimiento económico inclusivo y sostenible. Los países de América Latina poseen una serie de ventajas comparativas, como una gran riqueza en recursos naturales y una base industrial diversificada, que, si se optimizan a través de tecnologías avanzadas, pueden crear nuevas oportunidades para sectores clave como la agricultura, la energía y la manufactura. La agricultura de precisión, por ejemplo, permite mejorar la eficiencia en el uso de recursos, reduciendo costos y aumentando la producción de alimentos. En el ámbito energético,

las tecnologías limpias y la inteligencia artificial ofrecen soluciones para la optimización de la producción de energía renovable, contribuyendo tanto a la sostenibilidad ambiental como al crecimiento económico. Además, la personalización masiva de productos y servicios, habilitada por la IA, puede abrir nuevas fronteras comerciales para las empresas latinoamericanas, permitiéndoles competir con las grandes economías globales mediante la innovación y la diferenciación.

Sin embargo, para aprovechar estas oportunidades, será fundamental que los gobiernos y el sector privado colaboren estrechamente en la creación de un entorno favorable para la innovación tecnológica. Esto implica la implementación de políticas de apoyo que incentiven la inversión en innovación, el desarrollo de nuevas tecnologías y la creación de ecosistemas empresariales que faciliten la adopción de la Industria 4.0. Un aspecto clave en este sentido será la colaboración público privada para promover la investigación y desarrollo (I+D) en áreas tecnológicas emergentes y el fomento de start-ups tecnológicas. Los sectores empresarial y gubernamental deben trabajar en conjunto para crear marcos regulatorios que no solo faciliten la inversión extranjera, sino que también protejan los derechos de propiedad intelectual y fomenten un entorno de innovación abierta y competencia sana.

La implementación de la IA y la Industria 4.0 también puede tener un impacto positivo en la sostenibilidad. La digitalización y la automatización ofrecen oportunidades para reducir el consumo de recursos, mejorar la eficiencia en la gestión de residuos, y crear soluciones innovadoras que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático. Las tecnologías verdes, habilitadas por la IA, pueden proporcionar nuevas soluciones para la producción energética limpia y la gestión eficiente de los recursos naturales, fundamentales para los países latinoamericanos, cuya economía depende en gran medida de la explotación de recursos naturales.

Aunque América Latina enfrenta retos considerables en términos de infraestructura, educación y capacitación de su fuerza laboral, las oportunidades que ofrecen la Industria 4.0 y la IA son claras y deben ser aprovechadas con decisión. El futuro de la región dependerá de la capacidad de sus países para implementar estrategias inclusivas y sostenibles que fomenten la transformación digital y promuevan un entorno de innovación colaborativa. Solo con un enfoque integral, que combine el impulso de políticas públicas adecuadas, la creación de talento especializado, y la inversión en infraestructura

tecnológica, América Latina podrá integrar exitosamente la Industria 4.0 en su desarrollo económico y asegurarse un lugar competitivo en la economía global del futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). La escasez de talento digital en América Latina: Implicaciones para el futuro de la Industria 4.0. <https://www.iadb.org/en/research>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Transformación digital en América Latina: Impulsando la competitividad a través de la IA y la automatización. <https://www.iadb.org/en/publications>
- Banco Mundial. (2020). Innovación tecnológica y desarrollo económico: Desafíos en América Latina. <https://www.worldbank.org/en/publications>
- Banco Mundial. (2021). Innovación y competitividad: Oportunidades para la industria en América Latina. <https://www.worldbank.org/en/reports>
- Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton y Company.
- CEPAL. (2021). Tendencias en la adopción de la IA y su impacto en los sectores productivos en América Latina. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2021>
- Chui, M., Manyika, J., y Miremadi, M. (2018). *AI, automation, and the future of work*. McKinsey y Company.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). La digitalización en América Latina: Retos y oportunidades en el marco de la Industria 4.0. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2021>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Desigualdades en el acceso a la tecnología en América Latina: Desafíos y soluciones. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2021>
- Foro Económico Mundial. (2022). La cuarta revolución industrial y su impacto en la competitividad global: Oportunidades para América Latina. <https://www.weforum.org/reports/4IR-latin-america>
- García, L., y Rodríguez, M. (2021). La adopción de la Industria 4.0 en América Latina: Un análisis comparativo de México, Brasil y Argentina. *Revista de*

- Gómez, A., y López, J. (2022). El impacto de la IA en la competitividad de la industria latinoamericana. *Journal of Technology and Innovation*, 28(4), 89-104. <https://doi.org/10.1016/j.jti.2022.01.022>
- Gómez, A., y López, J. (2022). Oportunidades y desafíos para la integración de la inteligencia artificial en la industria latinoamericana. *Journal of Latin American Innovation*, 27(3), 141-157. <https://doi.org/10.1016/j.jlai.2022.100467>
- Gómez, A., y López, J. (2022). Oportunidades y desafíos para la integración de la inteligencia artificial en la industria latinoamericana. *Journal of Latin American Innovation*, 27(3), 141-157. <https://doi.org/10.1016/j.jlai.2022.100467>
- Gómez, A., y López, J. (2022). Resistencia cultural y adopción tecnológica en América Latina. *Journal of Latin American Management*, 35(1), 23-35. <https://doi.org/10.1234/jlam.2022.110345>
- Inter-American Development Bank (IDB). (2021). The digital economy in Latin America: Artificial intelligence and competitiveness. <https://www.iadb.org/en/publications>
- Morales, F., y Pérez, A. (2020). Brechas tecnológicas en América Latina: Impacto de la IA en las pequeñas y medianas empresas. *Tecnología y Sociedad*, 35(4), 300-312. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.100239>
- OECD. (2020). The digital transformation of the public sector in Latin America: Challenges and opportunities. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2020). El estado de la Industria 4.0 en América Latina: Retos y oportunidades para el futuro. <https://www.unido.org/reports/industria4latam>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2021). Tecnologías emergentes en América Latina: Retos y oportunidades en la adopción de la Industria 4.0. <https://www.unido.org/reports/industria-4latam>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2020). La automatización en América Latina: Impacto y oportunidades para la región. <https://www.oecd.org/economic-outlook>
- Rodríguez, M. (2020). La automatización de la industria en América Latina: Un análisis de impacto de la IA. *Revista de Innovación Tecnológica*, 18(2), 89-102. <https://doi.org/10.1234/rit.2020.98765>
- Tecnología y Transformación Digital*, 15(2), 90-105. <https://doi.org/10.1234/rtd.2021.65432>

CAPITULO IX

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO MOTOR DE INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO DE AMÉRICA LATINA

EMILY NICOLE SILVA ESCAMILLA¹

RESUMEN

Este capítulo explora el potencial de la Inteligencia Artificial (IA) para transformar a América Latina, actuando como motor de innovación y desarrollo social y económico. A través de ejemplos concretos en sectores clave como la salud, la educación, la agricultura y el transporte, se analiza cómo la IA puede mejorar la eficiencia, accesibilidad y sostenibilidad de servicios esenciales. En salud, por ejemplo, la telemedicina y los diagnósticos automatizados pueden aumentar la cobertura en zonas rurales, mientras que en educación, las plataformas de aprendizaje personalizado pueden reducir las brechas de acceso.

El capítulo también identifica los desafíos específicos que enfrenta la región, como la desigualdad digital, la falta de infraestructura tecnológica y la escasez de talento capacitado. A pesar de estas barreras, se proponen estrategias para promover la capacitación en IA y mejorar la conectividad, lo que permitiría a los países latinoamericanos aprovechar mejor estas tecnologías.

Otro aspecto clave es cómo la IA puede fomentar la inclusión social y la reducción de la pobreza, proporcionando soluciones que lleguen a comunidades marginadas, mejorando el acceso a servicios básicos y generando nue-

¹ Alumna de la Licenciatura en Ingeniería Metalúrgica, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

vas oportunidades económicas. La IA también ofrece un campo fértil para la creación de smart cities, que pueden optimizar el uso de recursos y mejorar la calidad de vida urbana.

Finalmente, se reflexiona sobre las oportunidades de colaboración regional y global para el desarrollo de políticas públicas inclusivas que fomenten el uso ético de la IA, y cómo América Latina puede posicionarse como un actor clave en la innovación tecnológica global, aprovechando sus recursos humanos y su diversidad cultural.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), innovación tecnológica, desarrollo social, salud digital, educación personalizada, agricultura inteligente, smart cities, desigualdad digital, inclusión social, reducción de la pobreza, colaboración regional, formación en IA, futuro de la IA en América Latina.

INTRODUCCIÓN

El impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo económico y social de América Latina es un tema de creciente relevancia en el contexto global. A medida que la región enfrenta desafíos persistentes como la pobreza, la desigualdad y la falta de infraestructura, la IA ofrece un conjunto de herramientas tecnológicas que podrían transformar sectores clave como la salud, la educación y la agricultura, mejorando la eficiencia de los servicios y creando nuevas oportunidades de crecimiento. Según Brynjolfsson y McAfee (2014), la tecnología digital tiene el potencial de redefinir las economías globales, y la IA, en particular, promete acelerar este cambio al optimizar procesos y generar innovaciones disruptivas.

Sin embargo, el camino hacia la adopción de la IA en América Latina no está exento de dificultades. Factores como la desigualdad digital, la falta de infraestructura tecnológica y la escasez de talento especializado son obstáculos significativos que deben superarse para garantizar que los beneficios de la IA sean accesibles a todos los estratos sociales. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), solo una pequeña fracción de la población latinoamericana tiene acceso a las habilidades y recursos necesarios para

participar en la economía digital, lo que refuerza la necesidad de políticas públicas inclusivas y estrategias de capacitación.

A pesar de estos desafíos, la IA también ofrece un gran potencial para la inclusión social. Como señala Gloor (2018), las tecnologías emergentes tienen la capacidad de ofrecer soluciones a problemas persistentes, como la pobreza y la falta de acceso a servicios básicos, permitiendo una distribución más equitativa de los recursos. De hecho, la implementación de IA en áreas como la telemedicina, el aprendizaje automático en la educación y la agricultura de precisión podría beneficiar enormemente a comunidades rurales y marginadas de la región.

Este capítulo busca explorar cómo la IA puede ser un motor de innovación para América Latina, no solo en términos de competitividad económica, sino también en la creación de sociedades más inclusivas y equitativas. A través de un análisis detallado de sus aplicaciones en sectores estratégicos, se discutirá cómo la región puede aprovechar el potencial de la IA, mientras enfrenta los retos y aprovecha las oportunidades de colaboración regional y global para posicionarse como líder en la transformación digital.

1. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN ACTUAL EN AMÉRICA LATINA: DESAFÍOS ESTRUCTURALES Y EL PAPEL ESTRATÉGICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL PROGRESO

América Latina es una región marcada por desafíos estructurales profundos que afectan su desarrollo social y económico. Aunque la región es rica en recursos naturales y tiene un creciente potencial económico, sigue enfrentando graves problemas de desigualdad, pobreza y falta de infraestructura. Según el Banco Mundial (2020), más del 30% de la población latinoamericana vive en condiciones de pobreza, y las disparidades económicas se reflejan en la concentración de la riqueza en pocas manos, lo que limita las oportunidades de progreso para gran parte de la población. Además, la falta de acceso a servicios básicos, como educación de calidad y atención médica, es una de las principales barreras para el desarrollo.

Uno de los mayores retos para la región es la desigualdad digital, que limita las posibilidades de una gran parte de la población para acceder a las tecnologías necesarias para participar en la economía global. De acuerdo con

el informe del PNUD (2020), cerca del 40% de la población en América Latina carece de acceso a internet de calidad, lo que profundiza la brecha social y económica entre áreas urbanas y rurales. La falta de infraestructura digital no solo dificulta el acceso a la información, sino que también limita la capacidad de las personas para aprovechar las oportunidades educativas, laborales y de salud que dependen cada vez más de la conectividad.

En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como una herramienta con un potencial transformador para América Latina, capaz de abordar algunos de estos desafíos y abrir nuevas oportunidades de progreso. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021) resalta que la adopción de tecnologías digitales, incluida la IA, puede acelerar el crecimiento económico de la región al mejorar la eficiencia en diversos sectores, como la educación, la salud, la agricultura y la gestión urbana. Sin embargo, la implementación efectiva de estas tecnologías depende de la capacidad de la región para superar varios obstáculos, entre ellos la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la escasez de talento capacitado.

En el ámbito de la educación, la IA tiene un potencial considerable para mejorar el acceso y la calidad del aprendizaje. Plataformas de aprendizaje personalizadas, impulsadas por IA, pueden adaptar los contenidos educativos a las necesidades individuales de los estudiantes, ayudando a reducir las brechas de acceso a educación de calidad en las zonas rurales y desfavorecidas. En México, por ejemplo, se están implementando programas educativos basados en IA que han mostrado resultados prometedores al proporcionar recursos educativos adaptados a los estudiantes de contextos rurales y urbanos marginados (González & Rodríguez, 2019). Estas iniciativas pueden ayudar a mitigar la desigualdad educativa, un factor clave para el desarrollo social y económico en la región.

En el sector de la salud, la IA también ofrece soluciones innovadoras para mejorar la calidad de los servicios y aumentar su alcance. En países como Brasil, se han implementado sistemas de IA para diagnósticos médicos y el análisis de datos de salud, lo que ha permitido mejorar la precisión y eficiencia en el tratamiento de enfermedades. Además, la telemedicina, facilitada por tecnologías basadas en IA, ofrece la posibilidad de llegar a comunidades rurales y aisladas, donde los servicios médicos son escasos. Gupta y otros, (2021), destacan cómo la IA aplicada en la salud pública ha permitido mejorar

el monitoreo de enfermedades y facilitar el acceso a atención médica en áreas de difícil acceso, contribuyendo a reducir las desigualdades en el sector salud.

La agricultura es otro sector en el que la IA tiene un impacto significativo, especialmente considerando que muchos países latinoamericanos dependen de la agricultura como motor económico. La agricultura de precisión, que utiliza sensores y algoritmos de IA para optimizar la gestión de los cultivos, el riego y el uso de fertilizantes, puede mejorar la productividad y reducir los impactos ambientales del sector. En países como Argentina y Colombia, los agricultores están adoptando tecnologías basadas en IA para monitorear y gestionar sus cultivos de manera más eficiente. Según Jaramillo y otros, (2020), la implementación de la IA en la agricultura no solo incrementa los rendimientos, sino que también permite una agricultura más sostenible, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático, un desafío creciente para la región.

A pesar de estos avances potenciales, América Latina enfrenta importantes barreras para la adopción generalizada de la IA. La falta de infraestructura digital es uno de los principales obstáculos que limita la implementación de estas tecnologías. La cobertura insuficiente de internet de alta velocidad y la falta de dispositivos adecuados dificultan el acceso a herramientas basadas en IA, especialmente en áreas rurales y regiones con menor desarrollo. Según el BID (2021), para aprovechar el potencial de la IA, los países latinoamericanos necesitan realizar inversiones significativas en infraestructura tecnológica, tanto en términos de conectividad como de acceso a dispositivos electrónicos.

Otro desafío importante es la falta de capital humano especializado en tecnologías emergentes. Según un informe de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2021), hay una escasez significativa de profesionales con las habilidades necesarias para desarrollar y aplicar tecnologías como la IA. Las universidades de la región aún no cuentan con programas educativos suficientemente robustos en áreas como la ciencia de datos, la inteligencia artificial y la programación avanzada. Esta falta de formación técnica limita la capacidad de los países latinoamericanos para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA.

Para que la IA sea una herramienta estratégica en América Latina, es crucial que los gobiernos y las instituciones educativas inviertan en programas de formación y educación digital, fomentando el desarrollo de habilidades

tecnológicas que sean relevantes para la era digital. Además, las políticas públicas deben garantizar que el acceso a estas tecnologías sea inclusivo, para que los beneficios de la IA lleguen a todos los sectores de la sociedad, especialmente aquellos más vulnerables. El informe del PNUD (2020) destaca que, si bien la IA tiene el potencial de promover el desarrollo económico y social, su implementación debe ir acompañada de estrategias que reduzcan la desigualdad digital y promuevan un acceso equitativo a las tecnologías.

En resumen, a pesar de los importantes desafíos que enfrenta América Latina, la Inteligencia Artificial tiene el potencial de ser una herramienta clave para mejorar la productividad y la equidad en la región. Para que esto ocurra, será necesario superar las barreras de infraestructura, educación y formación en habilidades digitales, y crear un entorno propicio para la adopción de tecnologías emergentes. De esta forma, la IA podría convertirse en un motor de cambio en sectores clave como la educación, la salud y la agricultura, contribuyendo a la creación de sociedades más inclusivas y sostenibles.

2. APLICACIONES DE LA IA EN SECTORES CLAVE: MEJORANDO LA EFICIENCIA Y ACCESIBILIDAD EN SALUD, EDUCACIÓN, AGRICULTURA Y MOVILIDAD URBANA

La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta crucial para transformar sectores clave en América Latina, como la salud, la educación, la agricultura y la movilidad urbana. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y ofrecer soluciones predictivas y personalizadas está permitiendo mejorar la eficiencia de los servicios, optimizar recursos y aumentar la accesibilidad en diversas áreas. A continuación, se detallan algunos ejemplos de cómo la IA está siendo aplicada en estos sectores para promover un desarrollo más equitativo y sostenible.

Salud: Diagnóstico médico, telemedicina y gestión de enfermedades

En el sector de la salud, la IA está jugando un papel transformador al mejorar la precisión de los diagnósticos y optimizar la gestión de los recursos sanitarios. En América Latina, la telemedicina y los sistemas basados en IA están ayudando a superar las barreras de acceso a la atención médica, especialmen-

te en áreas rurales y remotas. La telemedicina utiliza tecnologías de comunicación para ofrecer consultas a distancia, apoyadas por IA para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades.

Un ejemplo destacado es el uso de algoritmos de IA en diagnóstico médico, especialmente en la detección de enfermedades como el cáncer. En Brasil, el Sistema de Radiología Automatizado de la Universidad de São Paulo ha utilizado algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) para analizar imágenes médicas y detectar signos tempranos de cáncer con una precisión comparable a la de los radiólogos humanos (Oliveira y otros, 2020). Esto no solo mejora la eficiencia del proceso diagnóstico, sino que también reduce la sobrecarga de los sistemas de salud, permitiendo un diagnóstico más rápido y accesible.

Además, plataformas como Telesalud, utilizadas en países como Chile y Colombia, integran IA para ofrecer consultas virtuales que incluyen la monitorización remota de pacientes con enfermedades crónicas. Estas plataformas permiten que los médicos supervisen a los pacientes sin la necesidad de contacto físico constante, mejorando la accesibilidad y reduciendo los costos asociados con las consultas presenciales (Bustos y otros, 2019).

Educación: Plataformas personalizadas de aprendizaje

En el ámbito educativo, la IA está revolucionando la forma en que los estudiantes acceden a los contenidos y aprenden, al permitir experiencias personalizadas que se adaptan a las necesidades individuales de cada alumno. Las plataformas de aprendizaje personalizadas, impulsadas por IA, están ganando terreno en América Latina, especialmente en contextos educativos rurales y de bajos recursos, donde las alternativas tradicionales a menudo no son suficientes.

En México, la Plataforma de Aprendizaje Inteligente de la Secretaría de Educación Pública utiliza algoritmos de IA para proporcionar recursos educativos adaptados a las necesidades y capacidades de cada estudiante. La plataforma permite a los estudiantes acceder a materiales personalizados que se ajustan a su ritmo y estilo de aprendizaje, lo que contribuye a mejorar los resultados educativos, especialmente en áreas con escaso acceso a recursos didácticos (González y Rodríguez, 2019).

Otro ejemplo es el uso de IA para la evaluación automatizada en las aulas. Plataformas como Khan Academy y Duolingo utilizan inteligencia artificial para evaluar el progreso de los estudiantes y adaptar los ejercicios y materiales a sus necesidades específicas. Esto no solo permite una educación más inclusiva, sino que también facilita la gestión de grandes grupos de estudiantes, optimizando los recursos y el tiempo de los educadores.

Agricultura: Optimización de cultivos y sostenibilidad

La agricultura es uno de los sectores clave en América Latina, y la IA está desempeñando un papel crucial en la agricultura de precisión, que permite mejorar la productividad y la sostenibilidad de los cultivos. Los avances en sensores inteligentes y algoritmos predictivos han permitido a los agricultores monitorear las condiciones del suelo, el clima y el estado de los cultivos, optimizando el uso de recursos como el agua, fertilizantes y pesticidas.

En Argentina, por ejemplo, el uso de drones equipados con IA ha transformado la forma en que los agricultores supervisan sus cultivos. Estos drones recopilan datos detallados sobre la salud de las plantas, utilizando imágenes satelitales y análisis en tiempo real para detectar plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales (Jaramillo y otros, 2020). Gracias a esta información, los agricultores pueden tomar decisiones más informadas, aplicar tratamientos específicos y, por lo tanto, aumentar los rendimientos mientras minimizan el impacto ambiental.

Otro ejemplo significativo es el programa Agtech de Brasil, que utiliza algoritmos de IA para predecir las condiciones climáticas y optimizar el calendario de siembra y cosecha. Esto no solo mejora la productividad de los cultivos, sino que también contribuye a una agricultura más resiliente frente a fenómenos climáticos extremos, que son cada vez más comunes debido al cambio climático (Pérez y Gómez, 2021).

Movilidad urbana: Smart cities y optimización del transporte

La movilidad urbana es uno de los mayores retos para las ciudades latinoamericanas, muchas de las cuales enfrentan problemas de congestión, contaminación y falta de infraestructura. La IA está siendo utilizada en el desarrollo de smart cities (ciudades inteligentes), donde se integran tecnologías de IA

para optimizar la gestión del tráfico, el transporte público y otros servicios urbanos.

Un ejemplo destacado es el uso de sistemas de gestión de tráfico basados en IA en la ciudad de São Paulo, Brasil. Utilizando sensores y cámaras conectadas a sistemas de IA, la ciudad ha logrado optimizar el flujo de tráfico en tiempo real, reduciendo los atascos y mejorando la eficiencia del transporte público. Los algoritmos analizan patrones de tráfico, ajustan semáforos y recomiendan rutas alternativas, lo que reduce los tiempos de viaje y la emisión de gases contaminantes (Vargas y Pérez, 2020).

En Bogotá, Colombia, la implementación de IA en el sistema de transporte público ha permitido una mejor planificación y gestión de las rutas de autobuses, mejorando la eficiencia y reduciendo los tiempos de espera para los pasajeros. Además, la ciudad ha utilizado IA para gestionar la movilidad eléctrica, incentivando el uso de bicicletas eléctricas y scooters compartidos a través de aplicaciones móviles inteligentes que optimizan las rutas y los horarios (Martínez y otros, 2021).

Reflexiones finales

La aplicación de la IA en estos sectores clave está demostrando ser un motor de cambio en América Latina, no solo al mejorar la eficiencia de los servicios, sino también al aumentar la accesibilidad y sostenibilidad. Si bien existen desafíos, como la falta de infraestructura digital y la necesidad de formación en habilidades técnicas, los ejemplos mencionados muestran el gran potencial de la IA para transformar la región en áreas cruciales para su desarrollo social y económico.

3. DESAFÍOS Y BARRERAS ESPECÍFICAS PARA LA REGIÓN: ACCESO LIMITADO A TECNOLOGÍA, DESIGUALDAD DIGITAL, FALTA DE INFRAESTRUCTURA Y BRECHAS EN LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO ESPECIALIZADO

A pesar de las enormes oportunidades que la Inteligencia Artificial (IA) puede ofrecer a América Latina, la región enfrenta varios desafíos y barreras que dificultan la adopción generalizada de estas tecnologías. Estos obstáculos

son de carácter estructural, incluyendo el acceso limitado a tecnología, la desigualdad digital, la falta de infraestructura adecuada y las brechas en la formación de capital humano especializado. Estas barreras no solo retrasan el progreso de la región, sino que también profundizan las desigualdades sociales y económicas, limitando las oportunidades para millones de personas en América Latina.

Acceso limitado a tecnología y conectividad

Uno de los principales obstáculos que enfrenta América Latina en términos de adopción de la IA es el acceso limitado a tecnologías digitales y una conectividad de baja calidad en diversas partes de la región. Según un informe del Banco Mundial (2020), cerca del 40% de la población de América Latina carece de acceso a internet de alta calidad, especialmente en áreas rurales y marginalizadas. Este acceso desigual a la tecnología y la conectividad es un factor clave que limita la capacidad de los ciudadanos y las empresas para beneficiarse de las oportunidades que ofrece la digitalización y la IA.

La infraestructura de telecomunicaciones en muchas partes de la región es insuficiente para soportar la alta demanda de datos que requieren aplicaciones avanzadas de IA, como los sistemas de aprendizaje automático y procesamiento de grandes volúmenes de datos. De acuerdo con el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021), la falta de una infraestructura robusta de internet de banda ancha y redes móviles de alta calidad crea una brecha digital entre las zonas urbanas y rurales, exacerbando las desigualdades en el acceso a las tecnologías digitales.

La Conectividad digital no solo está limitada por la infraestructura física, sino también por el costo de los servicios de internet, que sigue siendo alto en muchos países latinoamericanos. Según Bastos y otros, (2020), el costo de la conexión a internet de calidad representa una barrera significativa, especialmente para las familias de bajos ingresos, lo que agrava la desigualdad social y limita el acceso a la educación en línea, servicios de salud y otras oportunidades digitales.

Desigualdad digital

La desigualdad digital en América Latina se refiere a las disparidades en el acceso, uso y habilidades tecnológicas entre distintos grupos socioeconómicos,

geográficos y culturales. Esta brecha afecta especialmente a las comunidades rurales, a las personas de bajos ingresos, y a las mujeres, quienes suelen tener menos acceso a dispositivos tecnológicos, conexiones de internet de alta calidad y formación en habilidades digitales. La desigualdad digital perpetúa la exclusión social y económica, limitando las oportunidades de las personas para acceder a trabajos mejor remunerados y desarrollarse en sectores clave de la economía digital.

La brecha de género en el acceso a las tecnologías es también un problema importante. Según Cano y otros, (2021), en varios países latinoamericanos, las mujeres tienen menos acceso a dispositivos electrónicos y conectividad, lo que restringe su participación en la economía digital y la posibilidad de acceder a servicios educativos y de salud en línea. Esto representa un desafío significativo para las políticas de inclusión digital en la región, ya que la falta de acceso adecuado a la tecnología impide que grandes segmentos de la población puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrece la Inteligencia Artificial.

El Informe de Desarrollo Humano del PNUD (2020) subraya que, a pesar de los avances en términos de conectividad y digitalización en algunas ciudades de América Latina, la región sigue siendo una de las más desiguales en términos de acceso a las tecnologías. Mientras que las grandes urbes como Sao Paulo, Buenos Aires o Ciudad de México tienen infraestructuras digitales relativamente desarrolladas, muchas zonas rurales y comunidades indígenas continúan estando desconectadas del mundo digital, lo que agrava las desigualdades preexistentes.

Falta de infraestructura adecuada

La infraestructura tecnológica en América Latina es insuficiente para apoyar el desarrollo de la inteligencia artificial a gran escala. La mayoría de los países de la región carecen de infraestructura de datos, como centros de procesamiento de datos (data centers) y redes de telecomunicaciones de alta velocidad que puedan gestionar grandes volúmenes de datos, esenciales para el funcionamiento de la IA.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021), la infraestructura digital en América Latina sigue siendo fragmentada y desigual, lo que limita el desarrollo de un ecosistema digital robusto que pueda facilitar la

adopción de la IA en sectores clave como la salud, la educación y la movilidad urbana. La falta de infraestructura de nube, centros de datos y redes de telecomunicaciones de calidad limita la capacidad de las empresas y gobiernos locales para implementar proyectos de IA que puedan transformar la productividad de la región.

La conectividad eléctrica también es un desafío importante, especialmente en áreas rurales y apartadas, donde las interrupciones en el suministro eléctrico pueden afectar el funcionamiento de sistemas y plataformas basadas en IA. Este problema de infraestructura energética afecta la capacidad de implementar soluciones tecnológicas en sectores como la agricultura de precisión y la telemedicina, donde la IA depende de una infraestructura estable y confiable (Bustos y otros, 2019).

Brechas en la formación de capital humano especializado

Una de las barreras más significativas para la adopción de la IA en América Latina es la falta de capital humano especializado en tecnologías avanzadas. Aunque la región ha visto un crecimiento en la cantidad de carreras relacionadas con la tecnología, las universidades y centros educativos no están suficientemente preparados para formar a una masa crítica de profesionales en áreas clave como ciencia de datos, inteligencia artificial, machine learning y big data.

Según un informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, 2021), muchos países latinoamericanos enfrentan una escasez de talento en tecnologías emergentes, lo que limita la capacidad de las empresas y los gobiernos para desarrollar y aplicar soluciones innovadoras basadas en IA. Aunque algunos países, como Brasil y México, han comenzado a invertir en la formación de talento a través de programas de educación digital y bootcamps tecnológicos, la brecha de habilidades sigue siendo amplia.

El informe de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2021) destaca que la falta de programas académicos especializados en IA y ciencias computacionales en las universidades de la región, junto con la insuficiente inversión en investigación y desarrollo (I+D), limita las capacidades locales para competir en la economía global del conocimiento. En consecuencia, muchos de los proyectos tecnológicos y de IA en América Latina

dependen de conocimientos importados y, a menudo, de expertos extranjeros, lo que representa un obstáculo para el desarrollo autónomo de la región.

Soluciones posibles

Para superar estas barreras, los países de América Latina deben implementar políticas públicas inclusivas que promuevan el acceso equitativo a la tecnología, mejoren la infraestructura digital y fomenten la formación de capital humano especializado en áreas tecnológicas. Esto incluye la creación de programas educativos que integren la formación en IA desde la educación básica hasta la educación superior, así como inversiones en infraestructura de telecomunicaciones y energía para garantizar que la tecnología sea accesible en todas las regiones.

El PNUD (2020) también sugiere que los gobiernos latinoamericanos colaboren con empresas tecnológicas y organizaciones internacionales para crear ecosistemas digitales inclusivos que favorezcan la creación de capacidades locales y la transferencia de tecnología.

4. EL ROL DE LA IA EN LA INCLUSIÓN SOCIAL Y LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA EN AMÉRICA LATINA

La inteligencia artificial (IA), lejos de ser una tecnología exclusiva de los sectores más avanzados, tiene un enorme potencial para promover la inclusión social y contribuir a la reducción de la pobreza en América Latina. A través de su capacidad para procesar y analizar grandes cantidades de datos, la IA puede ofrecer soluciones accesibles que mejoren la calidad de vida de las poblaciones marginadas y rurales, contribuyendo a una mayor equidad y acceso a servicios básicos. En este sentido, la IA no solo representa una herramienta de desarrollo económico, sino también una vía para desafiar las estructuras de desigualdad que persisten en la región.

4.1. Mejora en el acceso a servicios básicos: salud y educación

Uno de los principales ámbitos en los que la IA tiene un impacto directo en la inclusión social es el acceso a servicios básicos como la salud y la educación,

que en muchas áreas rurales y marginadas son limitados o inexistentes. La IA permite superar barreras geográficas y económicas que históricamente han excluido a las poblaciones más vulnerables de estos servicios.

En el ámbito de la salud, la telemedicina y el diagnóstico médico asistido por IA han demostrado ser soluciones efectivas para comunidades rurales y de difícil acceso. Según un informe del Banco Mundial (2020), la telemedicina, habilitada por IA, ha sido implementada en diversos países de América Latina, como Colombia y Perú, permitiendo que los residentes de áreas rurales reciban diagnósticos médicos remotos, consultas en tiempo real y monitoreo de condiciones crónicas. Los sistemas de IA pueden analizar datos de pacientes, detectar patrones de enfermedades y ofrecer recomendaciones a los médicos, lo que mejora la calidad del cuidado médico y reduce las brechas en el acceso a la salud.

Por ejemplo, en México, el sistema “Salud Digital” utiliza IA para ofrecer consultas médicas a distancia, permitiendo que poblaciones rurales accedan a un seguimiento adecuado sin tener que desplazarse a centros urbanos, reduciendo tanto el costo como el tiempo requerido para obtener atención (Rodríguez y García, 2021). Este tipo de iniciativas no solo mejora la accesibilidad a la salud, sino que también optimiza los recursos disponibles en sistemas sanitarios sobrecargados.

En el campo de la educación, la IA puede personalizar los procesos de enseñanza y mejorar la eficiencia educativa, particularmente en contextos donde los recursos son limitados. La plataforma “EdTech” en Brasil utiliza IA para adaptar el contenido educativo según las necesidades y capacidades individuales de los estudiantes, lo que permite a los docentes centrarse en áreas críticas sin tener que atender a la diversidad de niveles de habilidad de forma manual (Pérez y González, 2020). Este tipo de soluciones es particularmente importante en áreas rurales, donde los profesores pueden estar menos capacitados o carecer de acceso a materiales educativos actualizados.

4.2. Promoción de la inclusión económica: Microempresas y trabajo autónomo

La inteligencia artificial también juega un papel clave en la inclusión económica al ofrecer soluciones que permiten a las poblaciones marginadas mejorar sus condiciones de trabajo y acceder a oportunidades económicas que previa-

mente estaban fuera de su alcance. La IA puede contribuir a la formalización de pequeñas empresas y microempresas, que son una parte fundamental de la economía informal en América Latina.

Por ejemplo, el uso de plataformas de comercio electrónico basadas en IA en países como Colombia y Argentina ha permitido a los pequeños productores agrícolas y a los artesanos de áreas rurales comercializar sus productos en mercados globales. Las plataformas de IA ayudan a los emprendedores a analizar patrones de consumo, predecir tendencias de ventas y optimizar el precio de sus productos según la demanda del mercado, lo que mejora sus márgenes de beneficio y aumenta sus oportunidades de crecimiento (González y otros, 2021).

Además, las soluciones de IA pueden ayudar a reducir las barreras para el trabajo autónomo, proporcionando herramientas de formación digital y acceso a empleos remotos. En países como Chile y Perú, iniciativas de capacitación en IA están permitiendo que personas en comunidades rurales desarrollen habilidades tecnológicas y encuentren trabajo a distancia en sectores como el desarrollo de software, la atención al cliente y el marketing digital. Esto no solo mejora sus ingresos, sino que también les permite acceder a una red global de empleadores, lo que disminuye la dependencia de la economía local (Morales y Rodríguez, 2022).

4.3. Mejora en la inclusión social de grupos vulnerables: Mujeres, pueblos indígenas y personas con discapacidad

Otro aspecto fundamental del rol de la IA en la inclusión social es su potencial para mejorar la participación social y económica de grupos vulnerables como las mujeres, las comunidades indígenas y las personas con discapacidad. Estos grupos, históricamente excluidos de la toma de decisiones económicas y sociales, pueden beneficiarse significativamente de soluciones basadas en IA que promuevan su autonomía y les proporcionen acceso a información crítica.

Por ejemplo, en Brasil, plataformas como “Mulheres Tech” están utilizando IA para capacitar a mujeres en áreas rurales en habilidades digitales y ofrecerles acceso a oportunidades de empleo en la economía digital. Estas plataformas brindan formación en temas como análisis de datos, marketing digital y gestión de empresas tecnológicas, lo que permite a las mujeres ac-

ceder a empleos mejor remunerados y, en algunos casos, incluso iniciar sus propios negocios (Bustos y otros, 2020).

Asimismo, en varios países de América Latina, las comunidades indígenas están utilizando IA para preservar su lengua y cultura a través de aplicaciones de reconocimiento de voz y traducción automática que permiten la conservación de sus tradiciones orales y el acceso a educación en su lengua materna. Estas iniciativas no solo promueven la equidad cultural, sino que también proporcionan a estas comunidades herramientas para participar activamente en la sociedad digital (López & Martínez, 2021).

En relación con las personas con discapacidad, la IA también ofrece soluciones importantes para la accesibilidad. Herramientas de reconocimiento facial, lectores de pantalla y traducción de lenguaje de señas están permitiendo que las personas con discapacidad visual, auditiva o motriz puedan acceder a servicios educativos, laborales y sociales con mayor facilidad. Estas tecnologías, que se están implementando en países como México y Argentina, mejoran significativamente la calidad de vida de estos grupos, reduciendo las barreras físicas y sociales que históricamente los han excluido (Vargas & Paredes, 2020).

4.4. Retos y desafíos

Aunque el potencial de la IA para promover la inclusión social es vasto, también existen desafíos en su implementación. La falta de infraestructura adecuada en muchas áreas rurales, el acceso limitado a tecnologías digitales y la brecha de habilidades continúan siendo barreras significativas. Además, es fundamental que las políticas públicas de inclusión digital sean diseñadas para evitar que las tecnologías basadas en IA refuercen las desigualdades preexistentes y aseguren que los beneficios lleguen a las poblaciones más necesitadas.

5. OPORTUNIDADES DE COLABORACIÓN REGIONAL Y GLOBAL: REFLEXIÓN SOBRE CÓMO AMÉRICA LATINA PUEDE APROVECHAR LAS SINERGIAS CON OTRAS REGIONES PARA LIDERAR EN EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE IA, PROMOVENDO UNA COOPERACIÓN QUE PERMITA CREAR POLÍTICAS INCLUSIVAS Y JUSTAS

La región de América Latina enfrenta desafíos estructurales en términos de desarrollo tecnológico, pero también cuenta con importantes oportunidades para posicionarse como un líder en el desarrollo e implementación de inteligencia artificial (IA). Aprovechar las sinergias con otras regiones, tanto a nivel regional como global, puede ser clave para el crecimiento económico, social y tecnológico de la región. La cooperación internacional no solo puede ayudar a superar barreras, sino que también puede facilitar el acceso a recursos, experiencias y conocimientos especializados para el desarrollo de políticas públicas que aseguren un uso inclusivo y justo de la IA.

5.1. Colaboración regional en América Latina: Sinergias y redes de cooperación

Dentro de América Latina, la cooperación regional es crucial para fortalecer las capacidades tecnológicas y crear un entorno favorable para la adopción de IA. La región ha comenzado a trabajar en la integración tecnológica a través de iniciativas como la Alianza del Pacífico y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR), las cuales promueven el intercambio de experiencias y conocimientos en áreas clave como innovación digital, ciberseguridad y desarrollo sostenible. Esta colaboración permite que países como Brasil, México, Colombia y Argentina compartan buenas prácticas en el uso de IA y desarrollen soluciones comunes a problemas regionales, como la inequidad en el acceso a servicios digitales (Cifuentes y Gómez, 2020).

En términos de inteligencia artificial aplicada, la cooperación regional puede ser fundamental en sectores como la agricultura inteligente o la movilidad urbana. Por ejemplo, la iniciativa del Cono Sur, que involucra a Chile, Argentina y Uruguay, se centra en el uso de IA para optimizar la producción agrícola a través de tecnologías de predicción y gestión de cultivos, un área en la que la región tiene una ventaja competitiva por su rica biodiversidad y experiencia en el sector agroindustrial (Leal y otros, 2021).

5.2. Colaboración global: Conectar con otras regiones de alto desarrollo tecnológico

América Latina también debe ampliar su colaboración con regiones más avanzadas en términos de desarrollo de IA, como Asia, Europa y Estados Unidos. Con China y la Unión Europea como grandes actores en el desarrollo de IA, establecer alianzas estratégicas con estas regiones es crucial para asegurar el acceso a los avances más recientes en investigación y tecnología.

Por ejemplo, las alianzas estratégicas con China podrían ser beneficiosas para el intercambio de tecnologías de ciudades inteligentes. China, como líder mundial en la implementación de smart cities, ha implementado IA en diversas áreas urbanas, como la gestión del tráfico y la optimización de recursos energéticos (García y Soares, 2020). América Latina podría aprovechar estos desarrollos, adaptándolos a sus necesidades locales y fortaleciendo sus propios esfuerzos de urbanización sostenible.

Con la Unión Europea, América Latina podría trabajar en la creación de políticas regulatorias comunes sobre el uso de IA. Esto es especialmente relevante en la creación de un marco ético y justo que impulse el desarrollo de una IA responsable y respetuosa con los derechos humanos, tal como promueve el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa. Las políticas públicas conjuntas con la UE también pueden ayudar a garantizar que las tecnologías sean accesibles para todas las poblaciones, incluidos los sectores más vulnerables, y que se eviten los riesgos de discriminación algorítmica (PNUD, 2020).

5.3. Políticas públicas inclusivas y justas

La cooperación internacional debe centrarse también en el desarrollo de políticas públicas inclusivas que garanticen que la IA no exacerbe las desigualdades existentes. Esto implica diseñar marcos regulatorios que prioricen la igualdad de género, el acceso equitativo y la protección de los derechos de las minorías. Una de las principales ventajas de la colaboración con otras regiones es que permite a América Latina adoptar marcos regulatorios sólidos que promuevan el desarrollo de la IA de manera ética y centrada en las personas, evitando que esta tecnología refuerce las disparidades socioeconómicas (Vargas y Moreno, 2021).

6. FUTURO DE LA IA EN AMÉRICA LATINA: CÓMO LA REGIÓN PUEDE POSICIONARSE COMO UN LÍDER EN LA INNOVACIÓN DE LA IA EN EL FUTURO

A medida que la inteligencia artificial sigue evolucionando, América Latina tiene la oportunidad de posicionarse como un líder mundial en este campo, a pesar de los desafíos que enfrenta en términos de infraestructura, acceso a tecnología y formación de capital humano especializado. Para lograr esto, la región debe aprovechar sus fortalezas—como su juventud, su diversidad y su creatividad—y transformar sus desafíos en oportunidades. Esto requiere un enfoque estratégico que incluya el desarrollo de políticas adecuadas, la colaboración internacional y el fomento de la innovación tecnológica desde las bases.

6.1. Fortalezas de la región: Talento joven y diversidad cultural

Una de las principales fortalezas de América Latina es su capital humano joven. Con una población predominantemente joven, la región cuenta con una gran cantidad de talentos tecnológicos en formación. A medida que los países latinoamericanos siguen invirtiendo en la formación de profesionales en áreas clave como ciencia de datos, machine learning e IA aplicada, se espera que la región cuente con una fuerza laboral calificada que impulse la innovación (BID, 2021).

Además, la diversidad cultural de la región representa una ventaja en términos de creación de soluciones inclusivas que se adapten a diferentes contextos sociales y económicos. La capacidad de América Latina para desarrollar soluciones tecnológicas que aborden sus propios desafíos, como la desigualdad social, la pobreza y la exclusión digital, puede ofrecer modelos que puedan ser replicados en otras partes del mundo (Rodríguez, 2020).

6.2. Desafíos y barreras para el liderazgo en IA

A pesar de estas fortalezas, América Latina enfrenta varios desafíos que podrían obstaculizar su ascenso como líder en la innovación en IA. La desigualdad digital, la falta de infraestructura tecnológica adecuada en zonas rurales y el acceso limitado a internet de alta calidad siguen siendo barreras significativas. Según Morales y Pérez, (2021), estas brechas afectan directamente

el acceso a la educación digital y a las oportunidades laborales que ofrece la economía basada en tecnología.

Otro desafío importante es la falta de capacitación en habilidades digitales de nivel avanzado, como la inteligencia artificial y la ciencia de datos, especialmente en áreas menos urbanizadas. La región aún enfrenta una gran brecha entre la oferta de educación tecnológica y la demanda del mercado laboral (Morales y Pérez, 2021).

6.3. El papel de las políticas públicas en el futuro de la IA

Para superar estos desafíos, es crucial que los países latinoamericanos implementen políticas públicas que promuevan el acceso equitativo a la educación en IA y tecnología, con especial énfasis en las zonas rurales y en los sectores marginados. Estas políticas deben incluir incentivos fiscales para las empresas que inviertan en tecnología accesible y en la formación de capital humano (Cifuentes y Gómez, 2020).

Además, América Latina debe trabajar en el desarrollo de marcos regulatorios que promuevan el uso responsable y ético de la IA, asegurando que su adopción beneficie a todos los sectores sociales y no refuerce las desigualdades preexistentes. Las políticas públicas deben enfocarse en promover un desarrollo sostenible y en garantizar que las nuevas tecnologías estén alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (PNUD, 2020).

6.4. Oportunidades globales: Integración en el ecosistema global de IA

A nivel global, América Latina debe integrarse activamente en las redes internacionales de innovación. Esto incluye colaboraciones estratégicas con líderes tecnológicos globales, el acceso a programas de financiación internacional y la participación en foros globales como el Foro Global sobre Inteligencia Artificial (GFAI). De esta manera, la región puede aprovechar la experiencia global y llevar la innovación local al ámbito internacional.

6.5. Un futuro prometedor para América Latina

Aunque América Latina enfrenta retos importantes en su camino hacia el liderazgo en IA, su juventud, su diversidad cultural y el crecimiento de la

educación tecnológica ofrecen una base sólida para el futuro. Con políticas adecuadas, cooperación internacional y un enfoque centrado en la equidad y sostenibilidad, la región puede ser un líder global en la innovación de IA.

CONCLUSIÓN

La Inteligencia Artificial se perfila como una herramienta clave para el desarrollo social y económico de América Latina, con el potencial de transformar sectores fundamentales como la salud, la educación, la agricultura y la movilidad urbana. A pesar de los desafíos estructurales de la región, tales como la desigualdad digital y

la falta de infraestructura, la IA ofrece oportunidades valiosas para superar estas barreras y fomentar un progreso inclusivo. Al mejorar la eficiencia, accesibilidad y equidad, la inteligencia artificial puede contribuir significativamente a la reducción de la pobreza y la mejora de las condiciones de vida de poblaciones marginadas y rurales.

El aprovechamiento de las sinergias regionales y globales será esencial para maximizar el impacto de la IA en América Latina. La colaboración con otras regiones no solo puede fortalecer las capacidades locales, sino también promover políticas públicas que fomenten la equidad, la inversión en infraestructura tecnológica y la formación de un capital humano especializado.

De cara al futuro, América Latina tiene un gran potencial para posicionarse como un líder en innovación en IA, apoyada en el talento joven de la región y su creciente participación en iniciativas de cooperación internacional. Para lograrlo, será fundamental que la región enfrente los retos actuales y aproveche las oportunidades emergentes, creando un entorno que favorezca el desarrollo de la IA de manera inclusiva, justa y sostenible. Así, América Latina podrá no solo impulsar su propio desarrollo, sino también desempeñar un papel crucial en el avance global de la inteligencia artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). La transformación digital en América Latina y el Caribe: Un análisis sobre el acceso y las habilidades digitales. <https://publications.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). El futuro digital de América Latina: Oportunidades para la transformación digital en la región. <https://www.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). Transformación digital en América Latina: Oportunidades y desafíos para la adopción de la inteligencia artificial. <https://www.iadb.org>
- Banco Mundial. (2020). América Latina y el Caribe: Perspectivas económicas. Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2020). Telemedicina en América Latina: Oportunidades para mejorar la salud en zonas rurales. Banco Mundial.
- Bustos, R., Fernández, A., y Rodríguez, C. (2019). Telemedicina y su impacto en la salud rural: Un análisis de la implementación de IA en la atención primaria de salud en Chile y Colombia. *Revista Latinoamericana de Salud Pública*, 22(2), 115-130.
- Bustos, R., González, M., y Rodríguez, L. (2020). El impacto de la inteligencia artificial en la inclusión laboral de las mujeres en América Latina. *Revista Latinoamericana de Desarrollo*, 25(3), 45-56.
- Cano, P., Rodríguez, S., y Morales, L. (2021). Brechas digitales de género en América Latina: Desigualdades en el acceso a las tecnologías. *Revista de Estudios Sociales*, 40(1), 82-96.
- Cifuentes, J., y Gómez, F. (2020). Cooperación tecnológica en América Latina: Desafíos y oportunidades para el desarrollo de la inteligencia artificial. *Revista de Innovación Regional*, 15(3), 42-59.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Desigualdad digital en América Latina: Estado de la conectividad y acceso a las tecnologías.
- García, A., y Soares, D. (2020). Desarrollo de smart cities en América Latina: Lecciones del caso de Brasil y China. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 22(1), 78-94.
- Gloor, P. (2018). *The Power of Social Technology: A New Paradigm for Leadership*.

- González, A., Rodríguez, J., y Morales, P. (2021). Plataformas de comercio electrónico e inteligencia artificial: Impulsando el emprendimiento en la ruralidad latinoamericana. *Revista de Economía Digital*, 19(1), 58-72.
- González, R., y Rodríguez, M. (2019). Educación y tecnología en América Latina: El uso de la inteligencia artificial en el aula. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gupta, P., García, M., y Pérez, L. (2021). Aplicaciones de la inteligencia artificial en salud en América Latina: Casos de éxito y desafíos. *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Salud*, 24(3), 45-59.
- Jaramillo, F., Gómez, A., y Vélez, M. (2020). Agricultura de precisión en América Latina: Retos y oportunidades. *Revista de Tecnología Agrícola*, 15(1), 12-24.
- Leal, R., Oliveira, P., y Silva, M. (2021). La agricultura inteligente en América Latina: Oportunidades de colaboración entre Brasil y Argentina en el uso de IA. *Revista de Innovación Agrícola*, 14(2), 134-147.
- López, C., y Martínez, R. (2021). Tecnologías inclusivas: La inteligencia artificial al servicio de la preservación cultural de las comunidades indígenas. *Revista de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 32(2), 114-127.
- Martínez, L., García, P., y López, S. (2021). La inteligencia artificial en la movilidad urbana: Caso de estudio de Bogotá, Colombia. *Revista de Innovación en Movilidad*, 18(3), 45-59.
- Morales, J., y Rodríguez, S. (2022). Trabajo remoto y habilidades digitales en América Latina: Oportunidades y retos en el contexto de la IA. *Revista de Innovación Social*, 17(4), 98-112.
- Morales, M., y Pérez, A. (2021). Educación y habilidades digitales en América Latina: Desafíos y oportunidades para la IA. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 23(4), 59-72.
- Oliveira, L., Silva, F., y Souza, G. (2020). Aplicaciones de IA en diagnóstico médico: Radiología y detección de cáncer en Brasil. *Revista Brasileira de Medicina*, 30(4), 220-234.
- Pérez, M., y Gómez, L. (2021). El papel de la inteligencia artificial en la sostenibilidad de la agricultura en Brasil. *AgroTecnología*, 25(2), 78-91.
- Pérez, M., y González, R. (2020). Educación adaptativa en Brasil: Inteligencia artificial como herramienta para la equidad en el aprendizaje. *Revista de Educación y Tecnología*, 12(3), 72-85.
- PNUD. (2020). Informe de desarrollo humano: Desigualdad digital en América Latina. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

- PNUD. (2020). Transformación digital en América Latina: Inclusión, sostenibilidad y desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Rodríguez, A., y García, M. (2021). Salud digital en zonas rurales: El uso de la telemedicina con inteligencia artificial en México. *Revista de Salud Pública*, 18(2), 130-142.
- Rodríguez, E. (2020). Innovación tecnológica y diversidad en América Latina: El futuro de la IA. *Revista de Innovación y Desarrollo*, 19(2), 112-126.
- Rodríguez, J., y Pérez, R. (2020). Optimización del tráfico urbano mediante inteligencia artificial: El caso de São Paulo. *Revista de Movilidad Inteligente*, 12(1), 56-67. Springer.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). (2021). Análisis de la brecha de habilidades digitales en América Latina: Retos y oportunidades.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2021). Estado de la formación en inteligencia artificial en América Latina: Retos y perspectivas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vargas, E., y Moreno, A. (2021). Horizon Europe: Oportunidades de cooperación para América Latina en IA y tecnología avanzada. *Revista Europea de Investigación y Desarrollo*, 28(4), 58-72.
- Vargas, J., y Pérez, R. (2020). Optimización del tráfico urbano mediante inteligencia artificial: El caso de São Paulo. *Revista de Movilidad Inteligente*, 12(1), 56-67.
- Vargas, P., y Paredes, F. (2020). Accesibilidad y discapacidad: El rol de la inteligencia artificial en la inclusión social en América Latina.

CAPÍTULO X

SESGOS COGNITIVOS, ¿DE LOS SERES HUMANOS A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

JONATAN GARCÍA CAMPOS¹

INTRODUCCIÓN

Hace ya varias décadas que el trabajo pionero de Daniel Kahneman y Amos Tversky puso sobre la discusión en psicología cognitiva la idea de los sesgos de razonamiento (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982). A grandes rasgos, como primeramente se definieron, los sesgos son errores sistemáticos y predecibles que los seres humanos realizamos al razonar o tomar decisiones. Es preciso comentar que debido a dichos errores sistemáticos y predecibles, la propuesta de Kahneman y Tversky se asoció a una visión pesimista de la racionalidad humana, esto es, parecía mostrar empíricamente que los seres humanos somos irracionales (Gigerenzer, 2024). Varias propuestas teóricas en psicología, filosofía y otras disciplinas sociales intentaron dar una respuesta al trabajo de Kahneman, lo que originó un debate interesante y en algunos puntos muy álgido (García, 2024; Gigerenzer, 2024).

A pesar de que los sesgos fueron propuestos como un fenómeno presente en la cognición humana, con el desarrollo de la inteligencia artificial (IA) se ha señalado que dentro de ella también existen ciertos sesgos. En este caso, también se entienden como errores, desviaciones sistemáticas en los resultados producidos por algoritmos o sistemas automáticos, que conducen a decisiones o predicciones incorrectas, injustas o no representativas. La cuestión

¹ Profesor• Investigador, Departamento de Administración, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México

de los sesgos en la IA no sólo se restringe a una inquietud teórica, el Departamento de Comercio en los Estados Unidos ha señalado que “hay muchos casos en los que la implementación de tecnologías de IA ha estado acompañada de preocupaciones sobre si los sesgos se están perpetuando o amplificando y de qué manera” (Schwartz y otros, 2022, p. 1). La inquietud por los sesgos se recoge en otro tipo de documentos, que indican que los mimos pueden dar lugar a riesgos sociales o públicos, por lo que es importante conocer los sesgos en la IA y combatirlos (Cabrol y otros, 2020).

¿Nos encontramos ante los mismos problemas tanto en la psicología humana como en la IA? ¿Cuáles son las causas de los sesgos en los seres humanos y en la IA? Para esbozar una respuesta a estas preguntas, en primer lugar, es necesario responder qué son los sesgos en la psicología cognitiva, para posteriormente entender qué son los sesgos en la IA. Solo entendiendo cada uno de los sesgos, será posible compararlos y analizar cuál es la naturaleza y si existen maneras de cómo evitarlos o controlarlos. Así, en este trabajo se busca hacer un análisis de los sesgos, iniciando con la explicación de qué son los sesgos en los seres humanos, se explora la idea de sesgos en la IA. Se defenderá en el capítulo que algunos de los sesgos en los humanos son transmitidos a la IA. En el capítulo se expone también la importancia de conocer los sesgos en la IA y los posibles riesgos de los mismos.

I. ¿QUÉ SON LOS SESGOS EN PSICOLOGÍA COGNITIVA?

Los sesgos cognitivos son desviaciones sistemáticas del pensamiento lógico o racional que afectan la forma en que los seres humanos procesamos información, tomamos decisiones o interpretamos la realidad (Kahneman y Tversky, 1982). Existen diferentes maneras de entender los sesgos, pero una de las explicaciones más famosas es que estos surgen debido a atajos mentales conocidos como heurísticas, esto es, una regla práctica que nuestra mente humana utiliza para simplificar el procesamiento de información en situaciones de incertidumbre o ante una sobrecarga de datos. Es por ello que a la primera propuesta que presenta los sesgos, es decir, a la de Kahneman y Tversky (1982) de la que se habló en la introducción, se conoció como la “tradición de heurística y sesgo”. Las heurísticas son las reglas prácticas con la que los seres humanos razonamos, los sesgos son los efectos de tales heurísticas. Aunque las heurísticas, que a veces se les denominó atajos (Pia-

telli-Palmarini, 2005), suelen ser eficientes, como ya se ha señalado, pueden conducir a errores sistemáticos que afectan nuestras percepciones, juicios y comportamientos.

El concepto de sesgo ha cobrado especial relevancia no solo gracias al trabajo de investigadores como Kahneman y Tversky, sino que muchos otros psicólogos cognitivos que han compartido su explicación o que han sido críticos a la misma. Por ejemplo, los psicólogos evolucionistas (Cosmides y Tooby, 1996), los defensores de la racionalidad ecológica (Gigerenzer y Brighton, 2009), los defensores de la teoría interaccionista del razonamiento (Mercier y Sperber, 2017), etc. (véase García, 2024). No es posible hacer en este trabajo un recuento de las diferentes explicaciones a los sesgos, solo es preciso señalar que para muchas propuestas los sesgos son una parte fundamental de la naturaleza humana y que su comprensión ha dado lugar a una rica investigación interdisciplinaria.

Independientemente de los debates en psicología cognitiva (García, 2024; Gigerenzer, 2024), regresando al pionero de los trabajos sobre sesgos, Kahneman (2011) distingue, en su obra *Pensar rápido, pensar despacio*, entre dos sistemas de pensamiento:

- Sistema 1: Rápido, automático, inconsciente e intuitivo. Genera juicios inmediatos, basados en patrones y experiencias previas.
- Sistema 2: Lento, deliberado, consciente y analítico. Requiere esfuerzo cognitivo y es más propenso a evaluar lógicamente la información.

Los sesgos cognitivos suelen manifestarse en el funcionamiento del Sistema 1, ya que este opera con menos esfuerzo y tiende a priorizar la eficiencia sobre la exactitud. Esto explicaría, en parte, por qué los sesgos son tan comunes y difíciles de evitar en la vida cotidiana. Así, para Kahneman (2011) los sesgos son errores predecibles y sistemáticos producidos por heurísticas que tienen su origen en el funcionamiento del pensamiento rápidos, esto es, del Sistema 1.

Una vez que se ha explicado en términos generales qué es un sesgo cognitivo, es posible mencionar algunas de las características generales de estos (García y otros, 2022):

1. Automáticos y universales: Los sesgos son procesos automáticos, presentes en todos los seres humanos, independientemente de su ni-

vel de educación, cultura o experiencia.² Aunque algunas variaciones pueden existir debido a factores contextuales, los sesgos tienen raíces evolutivas y surgen como respuestas adaptativas.

2. Resultado de heurísticas: Como ya se ha explicado, las heurísticas son reglas simples y eficientes que se emplea para resolver problemas complejos de manera rápida. Aunque son útiles en muchas situaciones, pueden generar errores cuando simplifican en exceso o no consideran información relevante.
3. Inconscientes: La mayoría de los sesgos ocurren a un nivel que está fuera de la conciencia, lo que dificulta su identificación y corrección. Como ya se ha señalado, la mayoría de los sesgos se da a nivel del Sistema 1 que algunos identifican con un sistema implícito o inconsciente, al dar lugar a respuestas rápidas o automáticas. En el Sistema 1 uno se puede percatar de la respuesta del sistema, pero no del procesamiento del mismo (Evans y Stanovich, 2013).
4. Afectan el juicio y la toma de decisiones: Los sesgos no solo alteran cómo percibimos la realidad, sino también cómo tomamos decisiones en ámbitos tan diversos como la economía, la política, la salud o las relaciones personales. En otras palabras, los sesgos pueden surgir en cualquier aspecto de nuestra vida en donde tomemos decisiones, simples como “decidir si hacer ejercicio o qué debemos comer” a algunas más importantes como “cuál es el tratamiento médico que debemos tomar o cuál es el mejor partido político para las siguientes elecciones”.

Así, tomaré estas cuatro características como las más generales de qué son los sesgos, esto es, 1) automaticidad y universalidad, 2) son resultado de heurísticas, 3) son inconscientes y 4) afectan el juicio y la toma de decisiones. Estas cuatro características serán de utilidad posteriormente cuando se analice, en la tercera sección de este capítulo, los sesgos de los seres humanos con relación a aquellos en la IA.

² Se ha señalado que los errores en las tareas de razonamiento son tan frecuentes en sujetos normales como en sujetos que han tenido entrenamiento formal en lógica o estadística (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982), esto es, que independientemente de la formación académica de los sujetos, todos los seres humanos somos propensos a los mismos sesgos.

Con relación al origen evolutivo o filogenético de los sesgos es posible señalar que, desde una perspectiva evolutiva, los sesgos cognitivos tienen su origen en la necesidad de los humanos primitivos de tomar decisiones rápidas para sobrevivir en entornos inciertos y peligrosos (García y otros, 2022). En situaciones donde el tiempo para reflexionar era limitado, aquellos que tomaban decisiones rápidas (aunque imperfectas) tenían más probabilidades de sobrevivir y reproducirse.

Por ejemplo, el sesgo de confirmación, que nos lleva a favorecer información que respalda nuestras creencias preexistentes, pudo haber sido adaptativo en un entorno donde la duda excesiva o la indecisión podían ser letales. Sin embargo, en contextos modernos, donde la información es abundante y las decisiones son más complejas, estos mismos sesgos pueden generar problemas significativos. En otras palabras, los mecanismos que pudieron ser útiles en nuestro pasado evolutivo —por ejemplo, disfrutar las cosas dulces, porque no eran accesibles— podrían no serlo en nuestro ambiente moderno • el alto nivel de diabetes en la población debido al consumo de productos altos en azúcar, que se encuentran muy disponibles en nuestra sociedad moderna (Cosmides y Tooby, 1996).

Aun cuando no existe una única manera de clasificar los sesgos (García y otros, 2022), a continuación, se presentan algunos de los sesgos cognitivos más comunes identificados por la psicología cognitiva:

1. Sesgo de confirmación: Es la tendencia a buscar, interpretar y recordar información que confirma nuestras creencias preexistentes, ignorando o minimizando aquella que las contradice. Este sesgo puede perpetuar malentendidos, prejuicios y desinformación.
 - *Ejemplo:* Una persona que cree en una teoría conspirativa puede centrarse solo en las pruebas que la respaldan y descartar evidencias en su contra.
2. Sesgo de anclaje: Ocurre cuando la primera información que recibimos (el “ancla”) influye de manera desproporcionada en nuestro juicio, incluso si dicha información es irrelevante o incorrecta. Este sesgo surge normalmente cuando se tiene que ofrecer un valor numérico como el “número de países” o el “número de personas” que cumplen con x o y característica (Kahneman, Slovic y Tversky, 1982).

- *Ejemplo:* Al negociar un precio, la primera oferta presentada establece un punto de referencia que influye en las ofertas subsiguientes.
3. Efecto halo: Es la tendencia a generalizar una impresión positiva o negativa sobre una persona, objeto o situación a otras características no relacionadas (Kahneman, 2011).
 - *Ejemplo:* Si alguien es atractivo físicamente, podríamos asumir (inconscientemente) que también es inteligente o competente. La publicidad aprovecha este sesgo para promover sus productos.
 4. Sesgo de disponibilidad: Se refiere a la tendencia a evaluar la probabilidad de un evento basándonos en la facilidad con la que recordamos ejemplos similares (Kahneman, Sloman y Tversky, 1982).
 - *Ejemplo:* Si escuchamos mucho sobre accidentes aéreos en las noticias, podríamos sobrestimar la probabilidad de que ocurran, aunque sean estadísticamente raros.
 5. Efecto de arrastre (*bandwagon effect*): Es la tendencia a adoptar creencias o comportamientos simplemente porque muchas otras personas lo hacen (Nadeau y otros, 1993).
 - *Ejemplo:* Adoptar una opinión política popular sin analizarla a fondo, solo porque parece ser la más aceptada.

Estos ejemplos ilustran cómo los sesgos afectan nuestras decisiones cotidianas, muchas veces sin que seamos conscientes de ello. La psicología cognitiva ha permitido identificar cientos de sesgos, contribuyendo a la comprensión de cómo funciona el pensamiento humano y cómo este puede distorsionarse. Como ya se ha señalado, los sesgos son predecibles, de modo que si uno sabe cómo ocurren es posible manipular la información para que ellos aparezcan. Por ejemplo, PiatelliPlamarini (2005) defiende que en la Guerra del Golfo Pérsico los noticieros en los Estados Unidos ofrecían diariamente el número de heridos o muertos en dicho conflicto, pero que explícitamente se proporcionaba un “ancla” baja para que los televidentes no pudieran calcular exactamente el número real, es decir, se creaba un sesgo de anclaje con relación al número de heridos o muertos en la Guerra del Golfo Pérsico.

El ejemplo recién expuesto da lugar a las implicaciones que los sesgos cognitivos pueden tener. El estudio de los sesgos en psicología cognitiva ha tenido un impacto significativo en áreas como la economía conductual, la política, el derecho, la educación e incluso la medicina. Entender cómo funcionan estos sesgos no solo permite identificar errores sistemáticos en el juicio humano, sino también diseñar estrategias para mitigar sus efectos. Por ejemplo: en la economía conductual, la teoría de los sesgos ha revolucionado la comprensión de cómo los individuos toman decisiones financieras;³ asimismo, en la educación, reconocer los sesgos ayuda a crear entornos de aprendizaje que promuevan el pensamiento crítico (García y otros, 2022).

Como se verá en la siguiente sección, en el contexto de la Inteligencia Artificial (IA), el estudio de los sesgos cognitivos humanos es crucial, ya que muchas de las decisiones algorítmicas pueden verse influenciadas por datos sesgados o por la replicación de patrones humanos no deseados.

II. ¿QUÉ SON LOS SESGOS EN LA IA?

Los sesgos en la Inteligencia Artificial (IA) son definidos como desviaciones sistemáticas en los resultados producidos por algoritmos o sistemas automáticos, que conducen a decisiones o predicciones incorrectas, injustas o no representativas. Al igual que los sesgos cognitivos en los seres humanos, los sesgos en la IA suelen surgir debido a simplificaciones, errores en el procesamiento de información o patrones en los datos utilizados para entrenar los modelos. Sin embargo, en el caso de la IA, estos sesgos se manifiestan principalmente como errores algorítmicos que provienen del diseño del sistema, los datos de entrada o las decisiones tomadas por los programadores y desarrolladores.

La preocupación por los sesgos en la IA es patente en diferentes reportes como aquel elaborado por la Cámara de Comercio de los Estados Unidos para evaluar las tecnologías:

³ No por nada el trabajo psicológico de Kahneman y Tversky fue galardonado en 2002 con el premio Nobel de economía. Cabe destacar que en la historia de estos importantes premios sólo dos trabajos psicológicos han recibido este reconocimiento.

La gestión de riesgos de la IA busca minimizar los impactos negativos previstos y emergentes de los sistemas de IA, incluidas las amenazas a las libertades y los derechos civiles. Uno de esos riesgos es *el sesgo*. El sesgo existe en muchas formas, es omnipresente en la sociedad y *puede arraigarse en los sistemas automatizados que ayudan a tomar decisiones sobre nuestras vidas*. Si bien el sesgo no siempre es un fenómeno negativo, *ciertos sesgos exhibidos en los modelos y sistemas de IA pueden perpetuar y amplificar los impactos negativos en las personas, las organizaciones y la sociedad*. Estos sesgos también pueden reducir indirectamente la confianza pública en la IA (Schwartz, 2022, p. 1, el énfasis es mío).

Pero ¿se está hablando de los mismos sesgos cuando se hace referencia a aquellos que ocurren en la IA que los revisados en la sección anterior que son parte nuestra psicología humana? Para poder responder esta pregunta es necesario observar cómo se originan los sesgos en la IA.

Los sesgos en los sistemas de IA pueden surgir de varias fuentes. A continuación, se describen las principales causas (existen, por supuesto, varias clasificaciones de los sesgos, véase Schwartz y otros, 2022):

1. Sesgos en los datos de entrenamiento: La IA aprende a partir de grandes volúmenes de datos proporcionados durante su entrenamiento. Si estos datos contienen patrones sesgados o no representativos, el modelo replicará dichos sesgos.
 - *Ejemplo:* Si un algoritmo de contratación laboral se entrena con datos históricos donde predominan hombres en puestos de liderazgo, el modelo podría discriminar involuntariamente contra candidatas femeninas.
2. Sesgos en el diseño del algoritmo: Las decisiones de los desarrolladores y científicos de datos pueden influir en los resultados de la IA. Desde la selección de variables hasta los métodos matemáticos utilizados, de ese modo nuestros sesgos humanos pueden incorporarse al sistema.
 - *Ejemplo:* Un sistema de IA en medicina para reconocer un problema médico (por ejemplo, en los riñones) diseñado sin considerar la diversidad étnica podría mostrar un rendimiento

inferior al analizar tejidos u órganos no caucásicos (Park y Hu, 2023).

3. Sesgos en la interpretación de resultados: Incluso cuando los algoritmos producen resultados precisos, la forma en que los seres humanos interpretamos y aplicamos dichos resultados puede introducir sesgos.
 - *Ejemplo:* Si un sistema de predicción de crédito otorga puntuaciones bajas a ciertos grupos, esto podría reforzar estereotipos financieros injustos.
4. Falta de representatividad en los datos: Si los datos utilizados no reflejan la diversidad del mundo real, el sistema tenderá a funcionar de manera parcial o inexacta para ciertos grupos o situaciones.
 - *Ejemplo:* Un modelo de lenguaje entrenado solo con textos en español formal puede no comprender adecuadamente lenguajes coloquiales o dialectos de nuestra lengua.

En estas cuatro fuentes de los sesgos es posible notar que los sesgos pueden ocurrir en el entrenamiento, diseño y resultado de las respuestas ofrecidas por la IA. Esto parece indicar que los datos o los algoritmos⁴ con los que cuenta la IA dependen de algunos aspectos que podrían considerarse “externos” y que los resultados de los mismos podrían estar sesgados a partir de ellos. Teniendo esto en cuenta a continuación se revisan los tipos de sesgos en la IA.

Los sesgos en la IA pueden clasificarse en diferentes tipos según su origen y manifestación (Schwartz y otros, 2022):

1. Sesgo de representación: Ocurre cuando los datos utilizados para entrenar el sistema no representan adecuadamente la población o el problema que se pretende resolver.

⁴ En la IA un algoritmo es un conjunto de instrucciones o reglas que una máquina sigue para resolver problemas, aprender de datos, o tomar decisiones de manera autónoma. Estos algoritmos procesan datos de entrada para generar resultados útiles, como predicciones, clasificaciones o recomendaciones. Algunos ejemplos de algoritmos en IA son las redes neuronales artificiales, los árboles de decisión, los algoritmos de regresión, los K-means (agrupa datos en categorías similares, usado en segmentación de clientes) y el aprendizaje por refuerzo.

- *Ejemplo:* Un sistema de diagnóstico médico entrenado con datos de hombres podría ser menos preciso al analizar enfermedades en mujeres, lo mismo ocurre con un diagnóstico entrenado con un grupo racial particular (Park y Hu, 2023).
2. Sesgo algorítmico: Se refiere a decisiones en el diseño del algoritmo que, de forma intencional o no, generan resultados sesgados.
 - *Ejemplo:* Un algoritmo de recomendación de contenido podría priorizar ciertos tipos de noticias, limitando la diversidad informativa.
 3. Sesgo de confirmación: Los algoritmos pueden reforzar patrones existentes en los datos, lo que perpetúa prejuicios y desigualdades preexistentes.
 - *Ejemplo:* Las plataformas de redes sociales que sugieren contenido similar al previamente consumido pueden reforzar opiniones y creencias (Baeza•Yates, 2018).
 4. Sesgo de omisión: Sucede cuando ciertos datos importantes no se consideran o se excluyen durante el entrenamiento.
 - *Ejemplo:* Al entrenar un sistema de tráfico urbano sin incluir datos de zonas rurales, se pueden ignorar las necesidades de poblaciones alejadas.

Cada tipo de sesgo puede superponerse y coexistir con otros, lo que hace que la mitigación sea un desafío. Por ello, es crucial implementar estrategias éticas y técnicas para identificar y reducir estos sesgos, como auditorías regulares de datos y algoritmos, así como garantizar la diversidad y representatividad en los conjuntos de datos. Pero antes de revisar las consecuencias de los sesgos en la IA o cómo se pueden mitigar, es preciso señalar un poco acerca de la “responsabilidad” de estos sesgos, es decir, si los sesgos en la IA han sido definidos, como se señaló al inicio de esta sección, como desviaciones sistemáticas en los resultados producidos por algoritmos que conducen a decisiones o predicciones incorrectas, injustas o no representativas, ¿quién es el responsable de tales desviaciones, nosotros los seres humanos que creamos la tecnología o la IA misma? O para ponerlo de otro modo, ¿somos nosotros o las máquinas los culpables de los sesgos?

Varios autores consideran que el ser humano desempeña un papel crucial en la aparición de los sesgos en la IA (Baeza•Yates, 2018; Ramírez Autrán, 2023; Schwartz y otros, 2022), ya que tanto los datos como los algoritmos provienen directa o indirectamente de decisiones humanas. A continuación, aparece cómo nosotros como seres humanos podemos contribuir al origen de cada tipo de sesgo en la IA, en contraste con la IA, que actúa como un reflejo de esos insumos humanos. Veamos.

Con relación al primer sesgo enlistado, esto es, el “Sesgo de representación”, se podría sostener que los datos utilizados para entrenar la IA son recopilados, seleccionados y etiquetados por personas o instituciones, es decir, por seres humanos o grupos. Si estos datos no reflejan adecuadamente la diversidad del problema que se quiere resolver, es responsabilidad de los humanos que diseñaron el conjunto de datos o no priorizaron su calidad y representatividad. Supóngase que, por ejemplo, en un sistema de reconocimiento facial, si se recopilan datos principalmente de hombres caucásicos y se ignora deliberadamente o por descuido la necesidad de incluir datos diversos (como rostros de mujeres o personas de otras etnias). El sistema cometerá un “sesgo de representación” que no refleje adecuadamente la diversidad étnica o de género. Por ejemplo, podría erróneamente señalar que un hombre de una raza particular es una mujer, o que una mujer sea reconocida como un hombre. En este caso, la IA no parece tener un rol en la responsabilidad del sesgo, puesto que la IA simplemente aprende y actúa sobre los datos que recibe. No tiene la capacidad de cuestionar la representatividad de los datos por sí misma.

En cuanto al “Sesgo algorítmico”, se refiere a las decisiones en el diseño del algoritmo que, de forma intencional o no, generan resultados sesgado. Aquí es relevante señalar que las decisiones sobre cómo se diseña un algoritmo, qué variables se incluyen y cómo se ponderan son tomadas por los programadores y diseñadores humanos. Incluso si el sesgo no es intencional, a menudo se deriva de suposiciones humanas incorrectas o incompletas sobre el problema que el algoritmo debe resolver. Por ejemplo, si un desarrollador prioriza la velocidad del algoritmo sobre la precisión (como ocurre con las heurísticas humanas) o no realiza auditorías para detectar posibles sesgos, el diseño del sistema perpetuará injusticias. Aquí nuevamente, parece que el sesgo algorítmico sería responsabilidad de nosotros como humanos, debido a que la IA ejecuta las instrucciones del algoritmo y optimiza los resultados con base en esos parámetros, sin cuestionar si las decisiones de diseño son éticas

o justas, o si deben ser respuestas veloces en lugar de respuestas precisas. La IA ejecuta algoritmos, pero qué se valora en dichos algoritmos no parece ser responsabilidad de la IA sino de quien diseña el algoritmo.

Con relación al tercer sesgo enlistado, esto es, el “Sesgo de confirmación”, se señalaba que a veces los algoritmos pueden reforzar patrones existentes en los datos, lo que perpetúa prejuicios y desigualdades preexistentes. Este sesgo ocurre porque los datos históricos que se utilizan para entrenar modelos de IA suelen reflejar patrones sesgados presentes en la sociedad, que son producto de decisiones y estructuras humanas. Cuando los seres humanos, no evaluamos críticamente esos datos, permitimos que la IA refuerce prejuicios existentes. Un ejemplo concreto de cómo la responsabilidad humana juega un papel en este sesgo es cuando un en un sistema de predicción policial, si los datos históricos muestran más arrestos en comunidades de minorías, es porque el sistema judicial humano ya tenía sesgos al priorizar esas áreas para patrullas. Estos datos sesgados alimentan la IA, que los reproduce y, desafortunadamente, los amplifica. Los algoritmos de la IA simplemente replican los patrones del pasado sin evaluar si son justos o representativos.

Por último, se tiene el “Sesgo de omisión”, según el cual tiene lugar cuando ciertos datos importantes no se consideran o se excluyen durante el entrenamiento de la IA. Nuevamente, aquí los humanos parecemos jugar un papel central, puesto que este sesgo ocurre cuando los diseñadores o recopiladores de datos no incluyen variables relevantes o contextos importantes. Esto puede ser un descuido humano o una decisión consciente de excluir cierta información. Supóngase, por ejemplo, en un sistema de tráfico urbano, si los desarrolladores no consideran datos de zonas rurales, es porque no analizaron adecuadamente las necesidades de todas las regiones. La IA no parece tener responsabilidad aquí, por el hecho de que ella actúa sobre los datos que tiene, sin saber que algo relevante se ha omitido.

Si lo argumentado hasta aquí es correcto, en estos cuatro tipos de sesgo, los seres humanos parece que somos responsables de las desviaciones que se comenten en la IA. En otras palabras, la IA no parece tener autonomía para decidir qué datos usar, cómo diseñarse o cómo interpretar la información. Los desarrolladores, científicos de datos, organizaciones y tomadores de decisiones humanas son los responsables finales de la existencia y perpetuación de estos sesgos. A mi juicio, en este punto, la IA se asemeja más a un reflejo de la cognición humana. Pero quizá su alcance va todavía más allá, pues la IA

puede amplificar y automatizar nuestros errores humanos. Aunque sin tener explícitamente esa intención, los resultados de la IA pueden tener un impacto significativo al aplicar decisiones sesgadas a gran escala y con mayor rapidez.

Deseo cerrar esta sección con una cita que a mi juicio recoge en parte el papel que el ser humano juega con relación a los sesgos en la IA:

Como sistemas cerrados, opacos o de caja negra, los de la IA están diseñados por grupos de trabajo y por personas con sus propias visiones del mundo, prejuicios, valoraciones de los hechos y sesgos adquiridos a lo largo de su experiencia de vida. Éstos se filtran en el diseño y en la definición de criterios de evaluación para los modelos algorítmicos... con lo que se puede decir que, si esos grupos de trabajo no son lo suficientemente “diversos” e “inclusivos” como para reflejar una amplia variedad de visiones, muy probablemente no lleguen siquiera a darse cuenta de la existencia de los sesgos y, por tanto, a corregirlos (Ramírez Autrán, 2023, p. 6).

Para concluir esta sección del capítulo, deseo señalar brevemente las consecuencias de los sesgos en la IA. Los sesgos en los sistemas de inteligencia artificial pueden tener consecuencias significativas en diversos ámbitos. Algunos de los problemas más destacados incluyen:

1. Discriminación y exclusión: La IA puede perpetuar y amplificar prejuicios existentes, afectando negativamente a grupos minoritarios o vulnerables. Esto es especialmente problemático en sistemas automatizados que toman decisiones importantes, como la selección de personal, la selección de un tratamiento médico o la aprobación de un crédito.
2. Resultados inexactos: Los sesgos pueden llevar a predicciones o resultados incorrectos, reduciendo la eficacia y confiabilidad de los sistemas de IA.
3. Pérdida de confianza: Si los usuarios perciben que los sistemas de IA son injustos o sesgados, se puede generar desconfianza en la tecnología, limitando su adopción. Al mismo tiempo podría crear un tipo de “ceguera epistémica” en los usuarios, una vez que la IA ofrece un resultado, el usuario podría considerar que éste se encuentra fuera de discusión (Henz, 2021), negando cualquier idea en contra del resultado de la IA y con ello reforzando el sesgo obtenido.

4. Reforzamiento de desigualdades: Al reflejar y amplificar patrones sesgados presentes en la sociedad, la IA puede consolidar desigualdades económicas, sociales y culturales. La IA, a su vez, teniendo en cuenta esta ceguera epistémica podría generar mayor polarización social o ideológica.

Como es posible notar las consecuencias de los sesgos en la IA ofrecen un terreno relevante y digno de ser estudiado con cuidado. En la siguiente sección se busca comparar los sesgos en la IA con aquellos que provienen de la psicología cognitiva, así como un intento por enfrentarlos.

III. LOS SESGOS EN PSICOLOGÍA COGNITIVA Y EN LA IA

Hasta aquí se han revisado los sesgos en la psicología cognitiva y aquellos sesgos de la IA. En este apartado es preciso ver cuál es la relación entre estos sesgos. Para lograr lo anterior es preciso recordar que anteriormente se señaló que las cuatro características más generales de los sesgos en los humanos son: 1) automaticidad y universalidad, 2) que son resultado de heurísticas, 3) que son inconscientes y 4) que afectan el juicio y la toma de decisiones. ¿Estos rasgos se encuentran en los sesgos de la IA? Veamos cada uno de estos rasgos en comparación con los sesgos en la IA.

Los sesgos en la IA se pueden decir que son automáticos, en el sentido de que una vez que un algoritmo está diseñado o que ha sido entrenado con un tipo particular de datos, si se encuentra sesgado, aparecerá el sesgo. En cuanto a la universalidad, no se puede decir que son universales si con ello se hace referencia a que todo algoritmo está sesgado, no parece existir algo en sí mismo del algoritmo que lleve a pensar que estará sesgado. La universalidad en dado caso radica en que si algoritmo por diseño o por los datos de entrenamiento se encuentra sesgado, entonces de manera general • “sistemática y predecible” como sucede con los sesgos en los humanos• producirá un sesgo.

La característica 2), esto es, que los sesgos son producto de heurísticas, no aparece de manera inmediata como una característica de los sesgos de la IA. Como se argumentó en la segunda sección de este capítulo, entre las fuentes de los sesgos en la IA están: 1) sesgos en los datos de entrenamiento, 2) sesgos en el diseño del algoritmo, 3) sesgos en la interpretación de resultados, y

4) la falta de representatividad en los datos. Por supuesto, lo que puede ocurrir es que nuestros sesgos humanos se trasladen a los sesgos de la IA, lo que llevaría a que algunas veces los sesgos humanos sean la “causa última”⁵ de los sesgos en la IA, mientras que la “causa próxima” se debe al entrenamiento, diseño e interpretación de los resultados en los sistemas de IA.

El tercer rasgo de los sesgos humanos es el ser inconscientes. Como se ha señalado, los sesgos surgen la mayoría de las veces en el sistema que Kahneman (2011) denomina Sistema 1 —mismo que es intuitivo, rápido, inconsciente, etc.— por lo que el sujeto muchas veces no es consciente de los procesos que dieron lugar a los sesgos, e incluso del sesgo mismo. Dado que está sujeto a debate si en la IA se tiene conciencia o no, tema que no deseo tratar aquí, es mejor señalar que cuando un sesgo es producto de la IA el ser humano puede ser inconsciente de ello, es decir, puede ser inconsciente que el resultado está sesgado. Como en el caso de lo que denominé “ceguera epistémica” o en el caso del sesgo en la interpretación de resultados, el ser humano que hace uso de la IA podría de manera inconsciente mantener o difundir un sesgo.

Por último, en la característica 4) de los sesgos humanos, es decir, que afectan al juicio y toma de decisiones, es muy claro que los sesgos en la IA pueden afectar el razonamiento y toma de decisiones. Incluso, como se pudo observar al final de la tercera sección, de una manera ampliada, lo cual pone de relevancia las consecuencias de los sesgos en la IA (Henz, 2021).

Así, al observar los sesgos en la psicología cognitiva y en la IA, encontramos una relación directa entre ambos fenómenos. Los sesgos cognitivos, según se ha expuesto en este capítulo, son el origen de muchos de los problemas que posteriormente se trasladan a la IA, ya que las tecnologías automatizadas son creadas por seres humanos y dependen de datos generados por individuos y sociedades. De esta manera, los sistemas de IA no son imparciales, sino que reflejan los patrones sesgados presentes en el comportamiento humano y en las estructuras sociales. En este sentido, la IA puede heredar nuestros sesgos

⁵ La distinción entre “causa última” y “causa próxima” es tomada de la biología (Tinbergen, 1963). La idea es que la causa última hace referencia a las razones fundamentales, a menudo a largo plazo o filosóficas, que explican por qué algo ocurre. En biología evolutiva, está relacionada con el “por qué” evolutivo, como el beneficio adaptativo de un rasgo. Por su parte, una causa próxima se refiere a los mecanismos inmediatos o cercanos que explican cómo ocurre algo.

humanos porque los algoritmos son entrenados con datos recolectados de la sociedad. Los sesgos cognitivos como el de confirmación o el de representatividad, que influyen en la percepción y juicio humanos, también aparecen en la IA.

En suma, los sesgos en la IA son un reflejo de los sesgos humanos y de las limitaciones en los datos y procesos utilizados para entrenar estos sistemas. A medida que la IA desempeña un papel cada vez más crucial en la sociedad, es fundamental comprender y mitigar estos sesgos para garantizar resultados justos, precisos y equitativos. La colaboración entre tecnología, ética y políticas públicas será esencial para enfrentar este desafío y construir una IA que beneficie a toda la sociedad.

Antes de concluir con esta sección, es importante abordar un punto que no se ha tratado en este capítulo, esto es, el tema de las estrategias para mitigar los sesgos. Si bien existe un debate amplio sobre cómo abordar los sesgos en la psicología cognitiva (García y otros, 2022), en la IA existen algunas recomendaciones generales sobre cómo abordarse. La identificación y corrección de sesgos en la IA es un área activa de investigación y desarrollo. Algunas estrategias clave para contrarrestar los sesgos incluyen:

- a. Uso de datos representativos y balanceados: Garantizar que los datos utilizados en el entrenamiento sean diversos y representen adecuadamente a toda la población.
- b. Auditorías algorítmicas: Evaluar y analizar los sistemas de IA para identificar posibles sesgos y corregirlos antes de su implementación.
- c. Transparencia en el diseño: Diseñar algoritmos con mayor transparencia, permitiendo que los usuarios comprendan cómo se toman las decisiones y qué datos se utilizan.
- d. Incorporación de la ética en el desarrollo de IA: Adoptar principios éticos que prioricen la equidad, la inclusión y la justicia en la creación de tecnologías.
- e. Participación inter y transdisciplinaria: Integrar perspectivas diversas (sociedad civil, especialistas en ética, científicos de datos, etc.) para abordar los sesgos desde distintos ángulos.

Estas estrategias generales conducen a un punto ya abordado en la sección anterior del capítulo, esto es, en la responsabilidad de los seres humanos sobre los sesgos en la IA (Henz, 2021). Como se argumentó anteriormente, la responsabilidad recae principalmente en nosotros como seres humanos porque el diseño, entrenamiento y supervisión de la IA están en gran medida bajo control humano. De modo que, se debe recalcar que la solución radicará fuertemente en la implementación de prácticas éticas, transparentes y rigurosas en el desarrollo y uso de la IA para minimizar la transferencia de sesgos humanos.

IV. OBSERVACIONES FINALES

A lo largo de este capítulo se ha revisado el origen y la naturaleza de los sesgos cognitivos en los seres humanos, posteriormente se ha explorado la noción de sesgos en la IA, poniendo especial énfasis en sus fuentes y en cómo la responsabilidad de los sesgos en la IA depende de nosotros como seres humanos. En la última sección se han comparado las características de los sesgos humanos con aquellos presentes en la IA. Si lo que he argumentado a lo largo del texto es correcto, el análisis de los sesgos cognitivos y su transferencia a los sistemas de IA revela una conexión importante entre nuestros prejuicios humanos y las limitaciones tecnológicas. Los sesgos cognitivos, originados como atajos evolutivos para tomar decisiones rápidas (Kahneman, 2011), encuentran un nuevo escenario en la IA, donde se amplifican debido a datos incompletos, algoritmos imperfectos y nuestras propias decisiones humanas. Esta convergencia pone de manifiesto la necesidad de reconocer nuestra influencia como humanos en la tecnología y adoptar estrategias proactivas para mitigar el impacto de estos sesgos. Como Schwartz y otros afirman:

La IA no se construye ni se implementa en el vacío, aislada de las realidades sociales de discriminación o prácticas injustas. Entender la IA como un sistema sociotécnico reconoce que los procesos utilizados para desarrollar tecnología son más que sus construcciones matemáticas y computacionales. Un enfoque sociotécnico de la IA tiene que tomar en cuenta los valores y el comportamiento modelados a partir de los conjuntos de datos, los humanos que interactúan con ellos y los complejos factores organizacionales que intervienen en su puesta en servicio, diseño, desarrollo y despliegue final (2022, p. 23).

Aunque existen esfuerzos significativos en el diseño de algoritmos más éticos y confiables (Cabrol y otros, 2020), queda un largo camino por recorrer. Este capítulo puede verse como una invitación a avanzar en la discusión de construir sistemas de IA más transparentes, inclusivos y auditables, mientras se fomenta una comprensión más profunda de los sesgos en nosotros los seres humanos y en la IA. Es probable que futuras investigaciones pudieran explorar cómo diseñar modelos de IA capaces de identificar y corregir sus propios sesgos de manera autónoma, o analizar el impacto de los sesgos en dominios específicos como la justicia penal o la atención médica. En última instancia, el objetivo no es eliminar absolutamente todos los sesgos, lo que probablemente sea imposible, sino construir sistemas que reflejen y promuevan los valores de equidad y justicia en la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baeza-Yates, R. (2018) "Bias on the web," *Communications of the Association for Computing Machinery*, 61, 6, pp. 54-61.
- Cabrol, M., González, N., Pombo, C., Sánchez, R. (2020). *Adopción ética y responsable de la Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe*, Banco Interamericano del Desarrollo.
- Cosmides, L., Tooby, J. (1996). "Evolutionary Psychology: A premier". En el sitio electrónico: <http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.htm/>.
- Evans, J., Stanovich, K. (2013). "Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate", *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), pp. 223-241.
- García, J. (2024). "El "Gran Debate sobre la Racionalidad"", *Ludus Vitalis. Revista iberoamericana de Filosofía de las Ciencias de la Vida*. 30, 1, pp. 83-105.
- García, J., Sarabia, S., Hernández, P. (2022). "Tres grandes enigmas sobre los sesgos cognitivos", *SCIO. Revista de Filosofía*, 22, pp. 99-125.
- Gigerenzer, G. (2024). "The rationality wars: a personal reflection", *Behavioural Public Policy*, pp. 1-21.
- Gigerenzer, G., Brighton, H. (2009). "Homo Heuristicus: Why Biased Minds Make Better Inferences", *Topics in Cognitive Science*, 1, pp. 107-143.
- Henz, P. (2021). "Ethical and legal responsibility for Artificial Intelligence". *Discover Artificial Intelligence*, 1, 2, pp. 1-10.

- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*, Penguin Press.
- Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A. (eds.) (1982). *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.
- Mercier, H., Mercier, D., (2017). *The Enigma of Reason*. Harvard University Press.
- Nadeau, R., Cloutier, E., Guay, J. (1993). “New Evidence About the Existence of a Bandwagon Effect in the Opinion Formation Process”. *International Political Science Review*, 14(2), pp. 203-213.
- Park, Y., Hu, J., (2023). “Bias in Artificial Intelligence: Basic Primer”, *Clinical Journal of American Society of Nephrology*. 18, 3, pp. 394-396.
- Piatelli•Palmarini, M. (2005). *Los túneles de la mente. ¿Qué se esconde tras nuestros errores?*, trad. Maria Pons, Barcelona: Crítica.
- Ramirez Austrán, R. (2023). “Sesgos y discriminaciones sociales de los algoritmos en Inteligencia Artificial: una revisión documental”. *Entretextos*, 15, 39, pp. 1-17.
- Schwartz, R., Vassilev, A., Greene, K., Perine, L., Burt, A., Hall, P. (2022). *Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence*, National Institute of Standards and Technology (U.S. Department of Commerce).
- Tinbergen, N. (1963). “On aims and methods of ethology”. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20, 4, pp. 410-433.

CAPITULO XI

AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL DEPORTE: ¿INNOVACIÓN O DOPAJE?

MARLENE ATENEA GRIMALDO RAMÍREZ¹

RESUMEN

Los avances tecnológicos están transformando el deporte, planteando retos éticos y normativos, especialmente en el ámbito del dopaje tecnológico. Este fenómeno incluye el uso de sustancias, alteraciones genéticas y dispositivos avanzados que mejoran el rendimiento de los atletas, generando debates sobre la equidad en competencias. La inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta clave para regular y evaluar estas prácticas, desde el análisis predictivo hasta la detección de ventajas desleales en tiempo real. Ejemplos como los tenis Nike Vaporfly y las prótesis con IA destacan la línea entre innovación y dopaje. La necesidad de regulaciones claras y éticas deportivas adaptadas a estas innovaciones es fundamental para preservar la esencia del deporte y garantizar la igualdad competitiva.

Palabras Clave: Atletismo, Dopaje, Inteligencia Artificial, Innovación.

¹ Alumna de la Licenciatura en Administración, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica ha impactado significativamente todos los aspectos de la sociedad, incluido el deporte, donde ha transformado tanto el rendimiento de los atletas como la forma en que se regula la competencia. En el atletismo, una de las disciplinas más tradicionales y exigentes, el impacto de estas innovaciones ha generado debates particularmente intensos.

En este contexto, el concepto de dopaje tecnológico cobra relevancia, ya que abarca el uso de herramientas, sustancias y dispositivos avanzados para mejorar el rendimiento más allá de las capacidades naturales. Ejemplos emblemáticos como los tenis Nike Vaporfly, que optimizan la eficiencia energética, o las prótesis con inteligencia artificial (IA), que expanden las capacidades humanas, ilustran cómo la tecnología redefine los límites del atletismo, pero también plantea interrogantes sobre la equidad y la esencia del deporte.

Este artículo analiza el impacto del dopaje tecnológico en el atletismo, explorando cómo la IA se convierte en una herramienta clave para detectar, regular y mitigar estas prácticas. Asimismo, se reflexiona sobre las implicaciones éticas y normativas de estas innovaciones, buscando un equilibrio entre la preservación de la esencia deportiva y la integración de avances tecnológicos en un entorno de competencias justas.

¿QUÉ ES EL DOPAJE?

El dopaje es catalogado como una falta ética del deportista a su disciplina y las competencias a las que se presente. Por ende, se han creado una serie de protocolos, normas y estudios que ayuden a prevenir, identificar y disminuir el uso de los distintos tipos de doping. Dado que no solo impacta en la igualdad de competencias, si no que repercute, en un gran peligro, a la salud e integridad de los deportistas.

Actualmente, siguen trabajando en conjunto varias instituciones de la rama deportiva, para evitar y, en su caso, eliminar estas prácticas inmorales en el deporte. Abriendo el camino a ¿Cómo se utilizará la Inteligencia Artificial contra el dopaje? O bien, ¿El dopaje incrementara con el uso de la IA?. Por ende, es importante definir que el dopaje es:

– El uso de equipos, métodos o sustancias que permiten a los deportistas mejorar su rendimiento físico más allá de lo que se considera natural. Estas prácticas, consideradas ventajosas en términos de resultados deportivos, están prohibidas por la WADA, debido a los riesgos que presentan para la salud de los atletas y por atentar contra los principios de equidad, integridad y esencia deportiva.

Teniendo en cuenta que las practicas más comunes del doping, determinadas por la WADA (Agencia Mundial Antidopaje) son por el uso de sustancias o medicamentos, alteración genética y el uso tecnológico. Cada uno tienen diferentes usos, pero teniendo en común el riesgo para quien los usen. Además, despertando dudas sobre los nuevos récords o marcas que están teniendo hoy en actividades deportivas, de alto impacto, como lo es en el Atletismo. Siendo una de las actividades donde mayormente se puede identificar el uso de estos tres tipos de doping.

Ahora bien, es importante conocer en que consiste cada uno de las practicas, antes ya mencionadas. Debido a que sus usos prometen beneficios para potenciar el rendimiento de un atleta, sin tener en cuenta cuales son los riesgos de salud que implican

Sustancias

En este tipo de dopaje se identificará por el consumo de sustancias o medicamentos, mayormente ilícitos, que van a beneficiar al atleta en aspectos musculares. Dichas sustancias fueron clasificadas por la WADA y en la siguiente tabla se puede visualizar las principales categorías, los efectos y riesgos que producen a corto, mediano o largo plazo (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Categorías de sustancias

Clases	Efectos	Riesgos	Ejemplos de sustancias
Anabolizantes (Esteroides)	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la masa muscular • Potenciador de fuerza 	<ul style="list-style-type: none"> • Daño Hepático • Alteración hormonal • Problemas Cardiovasculares 	<ul style="list-style-type: none"> • Dianabol, • Oxandrolona.

Clases	Efectos	Riesgos	Ejemplos de sustancias
Estimulantes	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en atención y reacciones • Resistencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Hipertensión • Arritmias 	<ul style="list-style-type: none"> • Anfetaminas • Efedrina • Cocaína. • Catinona
Hormonas Peptídicas	<ul style="list-style-type: none"> • Estimula la regeneración de tejidos musculares. • Aumento en resistencia aeróbica 	<ul style="list-style-type: none"> • Tumores • Acromegalia, • Desórdenes metabólicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Hormona de crecimiento humano (HGH) • Insulina • EPO.
Beta 2 Agonista	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la capacidad respiratoria • Reducción en fatiga muscular 	<ul style="list-style-type: none"> • Temblores • Taquicardias • Calambres musculares 	<ul style="list-style-type: none"> • Clenbuterol • Salbutamol • Higenamina • Indacaterol • Procaterol,
Diuréticos y agentes enmascaraste	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina sustancias prohibidas • Reducción de peso 	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación • Desequilibrio de electrolitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Furosemida • Acetazolamida. • Ácido etacrínico • Espironolactona
Cannabinoides y Narcóticos	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de dolor y ansiedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del juicio • Deterioro cognitivo 	<ul style="list-style-type: none"> • THC (marihuana) • Morfina. • Dextromoramida • Heroína,
Glucocorticoides	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de inflamaciones y dolores. • Potencia la recuperación • Reduce el estrés competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Hiperglucemia • Osteoporosis, • Redistribución anormal de la grasa corporal, • Debilidad muscular 	<ul style="list-style-type: none"> • Betametasona • Cortisona • Dexametasona • Prednisona,

Fuente: AVFT y ChatGPT.

Si bien, podemos determinar que estas sustancias si prometen grandes beneficios, pero las repercusiones son bastantes. Además, este tipo de doping

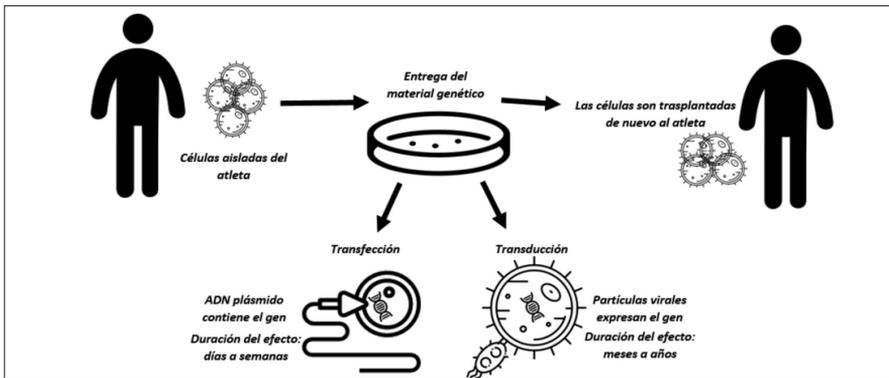
puede provocar que no asistas a una competencia o, en el peor de los casos, que te descalifiquen al haber ya ganado una prueba. Como fue el caso del ex atleta canadiense, Ben Johnson, durante los Juegos Olímpicos de Seúl en 1988. Johnson ganó la final de los 100 metros con un tiempo récord de 9.79 segundos, pero días después fue despojado de su medalla de oro tras dar positivo por estanozolol, un esteroide anabólico.

El caso no solo afectó la carrera de Johnson, quien posteriormente fue suspendido de por vida tras reincidir en 1993, sino que también generó un gran debate sobre la cultura del dopaje en el atletismo y la necesidad de controles más estrictos. La carrera en la que compitió Johnson fue apodada “la carrera más sucia”, ya que años después se descubrió que otros seis de los ocho finalistas también estaban vinculados al uso de sustancias prohibidas.

Genético

El dopaje genético es una práctica contradictoria, debido a la forma como se realiza y es utilizado con los atletas. Dado que son dos formas de alteración, que impactan de manera riesgosa a los atletas. Una de ellas es por medio de la manipulación sanguínea y, el segundo, la introducción o modificación de genes. Cada una brindando distintos beneficios, por ejemplo:

- **Sanguíneo:** Ayuda a la resistencia y desempeño de larga duración al atleta, debido a un aumento de oxígeno en la sangre y, por ende, en los músculos.
- **Genes:** Su proceso es más largo, debido a que se tienen que tener células de los deportistas, para ser aisladas y, posteriormente, alteradas de forma in vitro; para que el nuevo material genético pueda fusionarse. Siendo finalmente administradas a los atletas, brindándoles una mayor fuerza, regeneración muscular y una mejor capacidad aeróbica. Sin embargo, su uso es sumamente riesgoso, debido a que puede desencadenar alteraciones no deseadas. **(Ver figura 1)**

Figura 1. Proceso de Dopaje Genético

Fuente. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 2019

Tecnológico

Por último, tenemos el doping tecnológico, siendo el más contradictorio actualmente; debido al uso de dispositivos, equipamientos o tecnologías avanzadas que otorgan una ventaja desleal a los atletas en competencias deportivas. A diferencia de los dopajes anteriores, el dopaje tecnológico emplea herramientas diseñadas para mejorar el rendimiento físico, la eficiencia o la recuperación de los deportistas.

Un ejemplo de este doping, son los famosos tenis **placa de carbono**, utilizados por el Atleta Eliud Kipchoge, el 12 de octubre del 2019, y que rompió la barrera de las dos horas en la prueba de maratón. Dicha prueba fue un experimento llamado “**INEOS 1:59 Challenge**”, donde se logró marcar 1:59:40, récord que en todo momento estuvo controlado por el equipo científico de los organizadores del evento. Implementado instrumentos y equipos de última tecnología, como lo fue el carro Audi E-Trons. **(Ver figura 2)**

Incluso con la tecnología, de ese momento, y las ciencias básicas, implementaron la mecánica de fluidos, la cual beneficiaba en todo momento al corredor. Brindando un mayor impulso por tener un retorno de viento, a causa de la forma del rompe vientos que se usó con el maratonista. Marcando un hito en el atletismo y generó debates sobre el papel de la tecnología en el deporte. **(Ver figura 3)**

Figura 2. Experimento INEOS



Fuente: Red social X de Eliud Kipchoge.

Figura 3. Rompe Vientos (V)



Fuente. INEOS 1:59

Nike Vaporfly

Estos tipos de tenis están diseñados para maximizar el rendimiento en carreras de larga distancia. Son conocidas por integrar tecnología avanzada que optimiza:

- Eficiencia energética
- Reduce la fatiga
- Dar estabilidad y la velocidad a el corredor

Iniciando un tema polémico dentro del mundo del atletismo, en el cual se cuestiona lo siguiente: ¿De que esta hecho el tenis Vaporfly? y ¿Por qué es considerado dopaje Tecnológico?

Este tenis está diseñado con una suela de espuma que ayuda a una amortiguación excepcional que permite a los corredores almacenar y devolver una mayor cantidad de energía con cada paso. Teniendo una placa de fibra de carbono en la suela, la cual actúa como un resorte que ayuda a reducir el esfuerzo muscular y mejora la eficiencia en la zancada, contribuyendo a estabilizar el pie durante la carrera. **(Ver Figura 4)**

Figura 4. Nike Vaporfly



Fuente: Nike.

Además de que tiene una curvatura específica que facilita el movimiento de balancín, permitiendo transiciones más suaves entre el talón y la punta.

Siendo un tenis ultra ligero, debido a los materiales anteriores, favoreciendo a los atletas de alto rendimiento y que están capacitados para usarlos

Sin embargo, uno de los primeros puntos polémicos es si todo atleta los puede utilizar; lo cual es negativo. Esto es porque no todos los corredores tienen la capacidad y técnica para usar este calzado, dado a que no es recomendable para atletas menor a Elites. Esto a que los tenis pueden afectar la biomecánica del corredor y con ello ocasionar dolores o lesiones. Así mismo, de que están diseñadas para atletas Elite, y las cuales tienen como objetivo beneficiar, a este tipo de atletas, para romper marcas; no para entrenamientos o competencias locales.

Ahora bien, ¿Cómo puede intervenir la IA en este calzado?, pues bien puede desempeñar un papel clave para garantizar que los Nike Vaporfly no sean consideradas dopaje tecnológico al proporcionar herramientas para evaluar y regular su diseño y desempeño al momento de competencias deportivas. Además, podría tener la capacidad de intervenir en:

1. Evaluación objetiva del rendimiento:

- **Simulaciones biomecánicas:** La IA puede analizar datos de millones de corredores para identificar patrones de movimiento y diseñar zapatillas que mejoren la eficiencia de la zancada
- **Análisis predictivo:** Los algoritmos de IA pueden analizar datos sobre la eficiencia energética, la biomecánica y los materiales para determinar si un modelo de zapatillas ofrece una ventaja injusta. Estos datos pueden ser utilizados por organismos reguladores como World Athletics para establecer límites objetivos sobre las características del calzado.
- **Simulaciones comparativas:** La IA podría simular cómo diferentes tipos de zapatillas afectan el rendimiento en diversos perfiles de corredores, proporcionando datos cuantitativos sobre el nivel de ventaja que ofrecen.

2. Creación de estándares y regulaciones:

- **Diseño basado en datos:** Con el uso de IA, se pueden establecer estándares medibles para características como la altura de la suela, el número de placas y el retorno de energía, asegurando

que las zapatillas cumplan con criterios establecidos para equidad deportiva.

- **Auditorías de cumplimiento:** Los fabricantes podrían someter los diseños a auditorías basadas en IA antes de su lanzamiento para asegurarse de que cumplen con las regulaciones.

3. **Transparencia en el desarrollo:**

- **Validación de prototipos:** La IA puede ser usada para analizar prototipos y garantizar que las innovaciones tecnológicas no crucen la línea hacia el dopaje tecnológico.
- **Etiquetado inteligente:** Utilizando sistemas basados en IA, los fabricantes podrían proporcionar a las autoridades deportivas datos claros sobre el diseño y las especificaciones técnicas de los tenis.

4. **Identificación de ventajas desleales en tiempo real:**

- **Monitoreo en competencias:** Sensores integrados en los tenis, analizados por IA, podrían detectar comportamientos inesperados o ventajas no reglamentadas durante las competencias. Además, podrían recopilar datos sobre la pisada, peso y técnica de cada corredor. Con estos datos, la IA podría ajustar las características del calzado para maximizar su eficiencia y confort.

La implementación de la IA, en cuanto a este tenis, esta orientada a que su diseño no se catalogue dopaje tecnológico. Mencionando la importancia de que la Autoridades, encargadas, deben de seguir desarrollando un marco normativo o regulaciones. Permitiendo tener una línea limite que ayudara a mantener las competencias justas, sin que este calzado provoque una ventaja.

Prótesis con IA

Un ejemplo más serán las prótesis que integren un microchip con Inteligencia Artificial, las cuales van a ayudar a los deportistas para paralímpicos. Sin embargo ¿Se podrían considerar dopaje?, pues bien, si se estudian a nivel científico, serviría para obtener datos sobre su impacto; pero a nivel competencia se tendría que tener reglas que explique hasta donde se van a considerar dopaje. Estos equipamientos traen consigo ventajas y desventajas:

Ventajas:

- **Inclusión y accesibilidad:** Las prótesis con IA brindan oportunidades a atletas con discapacidades para competir en igualdad de condiciones.
- **Innovación tecnológica:** Estos dispositivos representan el progreso de la ciencia y la tecnología aplicada al deporte.
- **Mejoras funcionales:** Permiten a los usuarios realizar actividades que de otro modo serían imposibles, contribuyendo a su calidad de vida.

Desventajas:

- **Ventajas desproporcionadas:** En algunos casos, las prótesis con IA podrían superar las capacidades humanas promedio, lo que generaría una desigualdad competitiva.
- **Costo y accesibilidad:** Estas prótesis suelen ser extremadamente costosas, lo que podría limitar su uso a atletas con mayores recursos.
- **Desafío a la equidad:** El uso de prótesis avanzadas podría desviar el enfoque del deporte de las habilidades humanas hacia la calidad del equipamiento.

A partir de este contexto y el significado de dopaje tecnológico las prótesis con IA plantean varias preguntas:

1. **Ética deportiva:** ¿Cómo se puede garantizar que estas prótesis no rompan la esencia del deporte como una competencia entre capacidades humanas?
2. **Normatividad:** ¿Es posible establecer límites claros para determinar cuándo una prótesis con IA se convierte en un elemento de dopaje?
3. **Comparación de capacidades:** La inclusión de estos dispositivos podría requerir estudios exhaustivos para asegurar que no ofrezcan ventajas superiores a las de un humano sin discapacidad.

Sumando, con la integración de la Inteligencia artificial se puede desempeñar un papel clave en la evaluación y regulación de estas tecnologías. Algunas de sus aplicaciones podrían incluir:

- **Análisis biomecánico:** La IA podría monitorear y comparar el rendimiento de los atletas con y sin prótesis, asegurando que las capacidades se mantengan dentro de un rango aceptable.
- **Simulaciones predictivas:** Algoritmos avanzados podrían prever el impacto de las prótesis en el rendimiento deportivo antes de que sean aprobadas para competencias.
- **Decisiones más objetivas:** Los datos generados por la IA podrían proporcionar una base científica para determinar si una prótesis debe considerarse dopaje tecnológico. (Ver figura 5)

Figura 5. Prótesis con IA



Fuente. Meta IA

Estas prótesis representarán un cambio trascendental en la forma en que concebimos el rendimiento humano y la asistencia tecnológica. Las innovaciones no solo ofrecen una oportunidad para nivelar las condiciones en el deporte, sino que también prometen transformar profundamente la calidad de vida de quienes dependen de ellas.

En el futuro, la tecnología de prótesis con IA podría evolucionar hacia dispositivos más personalizados y accesibles, capaces de adaptarse dinámica-

mente a las necesidades específicas de cada usuario. Desde sensores avanzados que monitorean y optimizan el movimiento en tiempo real, hasta la integración con sistemas de aprendizaje automático para anticipar las intenciones del usuario, el potencial de esta tecnología parece ilimitado.

IA CONTRA EL DOPAJE

En cuanto a la implementación de la inteligencia artificial (IA) para controlar o evitar todo tipo de dopaje está comenzando a desempeñar un papel crucial en la detección y prevención del dopaje. Dado que su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y analizar patrones complejos la hace una herramienta poderosa en este ámbito. Algunas de las aplicaciones actuales y futuras de la IA incluyen:

1. Análisis de perfiles biológicos

El Pasaporte Biológico del Atleta (ABP, por sus siglas en inglés) es una herramienta que monitorea parámetros biológicos a lo largo del tiempo para identificar alteraciones que sugieran el uso de sustancias prohibidas. La IA amplifica esta funcionalidad mediante algoritmos que analizan grandes volúmenes de datos fisiológicos, detectando irregularidades con mayor precisión. Por ejemplo:

- **Detección de patrones atípicos:** La IA puede identificar cambios anómalos en parámetros como niveles de hemoglobina o hematocrito, indicadores de dopaje sanguíneo.
- **Optimización de alertas:** Los sistemas basados en IA pueden generar alertas tempranas cuando un atleta presenta desviaciones significativas en sus métricas, sugiriendo posibles violaciones.

2. Análisis predictivo

Mediante técnicas de aprendizaje automático, como XGBoost o redes neuronales, la IA permite construir modelos predictivos que evalúan el riesgo de dopaje en los atletas. Estos sistemas analizan múltiples variables, incluyendo:

- **Historial de rendimiento:** Cambios inusuales en los tiempos, distancias o velocidades.
- **Datos biométricos:** Factores como peso corporal, composición muscular y registros previos.
- **Factores contextuales:** Eventos específicos o competiciones donde el dopaje podría ser más probable.

Estos modelos no solo identifican tendencias sospechosas, sino que también clasifican a los atletas según el nivel de riesgo, facilitando decisiones más informadas sobre quiénes someter a pruebas antidopaje

3. Optimización de pruebas

La inteligencia artificial redefine la manera en que se seleccionan los atletas para pruebas de dopaje. Tradicionalmente, estas se hacían de forma aleatoria o basadas en resultados competitivos. Ahora, con la IA:

- **Selección basada en riesgos:** Los algoritmos identifican patrones de comportamiento o rendimiento que sugieren un mayor riesgo de dopaje, priorizando a los atletas más sospechosos.
- **Reducción de costos:** Al enfocarse en los casos más probables, se optimizan los recursos, haciendo que el proceso sea más eficiente y menos invasivo para los atletas limpios.

Por ejemplo, en deportes como levantamiento de pesas, los modelos de IA han sido capaces de predecir dopaje con tasas de éxito superiores a los métodos tradicionales

4. Educación y prevención

La IA no solo detecta casos de dopaje, también puede prevenirlos mediante programas educativos personalizados:

- **Simulaciones interactivas:** Plataformas basadas en IA pueden mostrar a los atletas cómo el dopaje afecta negativamente su cuerpo, su salud y su carrera.

- **Contenido adaptado:** La IA puede personalizar la información para atletas de diferentes edades, niveles competitivos o disciplinas deportivas, asegurando que los mensajes sean claros y efectivos.
- **Monitoreo del aprendizaje:** Estos sistemas rastrean cómo los atletas interactúan con el contenido educativo, asegurando que comprendan las consecuencias éticas y legales del dopaje.

5. Integración con tecnologías existentes

La IA se integra con dispositivos portátiles y tecnologías de monitoreo para recopilar datos continuos de rendimiento. Esto permite detectar anomalías de manera más dinámica:

- **Uso de wearables:** Relojes inteligentes, monitores cardíacos y rastreadores de actividad pueden enviar datos en tiempo real para análisis inmediato.
- **Detección de alteraciones en patrones:** Si un atleta muestra un desempeño inusualmente alto o cambios repentinos en su fisiología, la IA puede señalar estas discrepancias para una revisión más detallada.

Esta integración no solo protege la integridad del deporte, sino que también mejora la transparencia y confianza en los procesos antidopaje. La IA no solo detecta casos de dopaje de manera más eficiente, sino que también contribuye a prevenirlos, educando a los atletas y mejorando las políticas antidopaje. Con el desarrollo continuo de estas tecnologías, se espera que las estrategias de lucha contra el dopaje sean más precisas y justas en el futuro.

CAMBIO ÉTICO

Se comprende que la ética en el deporte cambio totalmente a partir de los Juegos Olímpico del 2024, en el cual se implementó la esta tecnología con el objetivo de brindar competencias justas. Además, siendo utilizada para las transmisiones y la parte de arbitraje y jurado. Es de esperarse que los cambios sigan siendo constantes, dejando ver la innovación y evolución del deporte.

Uno de ese cambio es ¿Cómo se va a tomar la intervención de la IA en el dopaje?, puesto a que es un punto a debatir. Debido a que se sigue trabajando para la realización un marco normativo, el cual tenga como función expresar hasta qué punto se permitirá utilizar este sistema tecnológico, sin considerarlo parte del doping. Contemplando la gran responsabilidad que conllevara la toma de decisiones en los casos relacionados a cualquier tipo de dopaje, tomando en cuenta los resultados determinados por una IA.

Asimismo, las autoridades pueden utilizar la innovación tecnología para crear o reestructurar la normativa en cuanto al uso de equipamiento que dé ventaja en competencias, provocando contiendas injustas. Al igual que impulsara una educación deportiva, en cuanto a la adquisición de equipamiento tecnológico. Un ejemplo será para corredores que practican atletismo por salud o pasatiempo, en cuanto a la adquisición de los tenis con placa de carbono.

Dado, que los encargados de poner limiten en el mercado de equipamiento deportivo, deben de ser las Autoridades que autorizan la compra-venta de los instrumentos deportivos. Siendo los encargados de regular los intereses de por medio en el mercado y el acceso a la compra del calzado. Por ejemplo, en 2030 la World Athletics nuevas reglas, las cuales estaban orientadas a la equidad de competencias. Algunas de estas reglas fueron:

- Los tenis utilizados en competencias oficiales deben estar disponibles para el público general durante al menos cuatro meses antes de su uso.
- Los tenis no pueden tener más de **una placa rígida** de carbono y una altura máxima de suela de **40 mm**.
- Se prohíben los prototipos exclusivos para ciertos atletas, asegurando que las mismas ventajas estén disponibles para todos.

Estas regulaciones obligaron a las marcas a diseñar productos dentro de los límites establecidos, equilibrando la innovación tecnológica con los principios de equidad. Debido a que están orientadas a la preservación de los valores deportivos y la igualdad de competencias, los cuales brindan una experiencia comfortable a los atletas.

Por otro lado, el uso de prótesis con inteligencia artificial en el deporte y la vida cotidiana implica un replanteamiento significativo de los valores fundamentales relacionados con la equidad, la accesibilidad y el respeto por la esencia humana en contextos competitivos y sociales. Estas tecnologías pre-

sentan retos y desafíos éticos que deben abordarse estratégicamente, con el objetivo de garantizar su uso responsable y fomentar el desarrollo de nuevos valores éticos en el atletismo. Entre los aspectos clave a considerar destacan los siguiente:

- **Impacto en la equidad competitiva:** El uso de prótesis con IA podría alterar la igualdad en las competencias al otorgar ventajas significativas a algunos atletas. Es vital establecer límites claros para asegurar que los avances tecnológicos no comprometan la esencia del esfuerzo humano.
- **Accesibilidad e inclusión:** La distribución de estas tecnologías debe ser equitativa para evitar que solo los atletas con mayores recursos accedan a las prótesis avanzadas, fomentando una verdadera inclusión en el deporte.
- **Ampliación de capacidades:** Prótesis con IA no solo restauran funciones perdidas, sino que también potencian habilidades. Esto plantea preguntas éticas sobre dónde se encuentra el límite entre la mejora natural y la intervención tecnológica.
- **Transformación de los valores deportivos:** La integración de la IA en prótesis redefine los valores tradicionales del deporte, desafiando la percepción de qué es un logro humano y qué es producto de la tecnología.
- **Regulación normativa:** Es crucial implementar regulaciones específicas para equilibrar el acceso a estas tecnologías y garantizar que su uso respete los principios éticos y competitivos del deporte.

CONCLUSIÓN

A manera de cierre a que tomar en cuenta que la Inteligencia Artificial tendrá una función fundamental en la detección y prevención del dopaje. Tomando en cuenta todo el marco normativo que han realizado las autoridades, podrá venir a desarrollar e integrar nuevas reglas o pruebas que ayuden a la detención y control de cualquier tipo de dopaje.

Así mismo podemos reflexionar las capacidades que tiene la tecnología y otros métodos que ayudan a potenciar el rendimiento deportivo. Sumando

que estas prácticas, a pesar que son un riesgo para la salud, siguen siendo utilizadas por los atletas. Siendo incorporados nuevos equipamientos que son útiles para cierto nivel de atletas; dejando a un lado el impacto negativo en aquellos deportistas que los compran por moda o por utilizar un nuevo instrumento deportivo.

También podemos determinar que la tecnología va a ser una nueva parte de la ética deportiva, debido a que esta siendo utilizada para ayudar a los competidores a poder romper sus marcas personales o mundiales. Siendo un aspecto a debatir por atletas, organizaciones y seguidores del deporte, argumentando que no se esta desarrollando la capacidad natural de los deportistas. Comentando que las nuevas marcas no son netamente por los deportistas, sino, por la integración de las tecnologías u otros métodos inmorales; siendo considerado dopaje.

El futuro debate sobre las prótesis con IA es un ejemplo de cómo la tecnología desafía y desafiara constantemente las normas y valores establecidos en el deporte. Mientras que estas innovaciones ofrecen oportunidades sin precedentes para la inclusión y el rendimiento, también exigen una reflexión profunda sobre lo que significa competir en igualdad de condiciones.

Determinando que las autoridades deben de trabajar en protocolos o normativas que especifique un uso correcto o prohibición de estas prácticas inmorales. Asi como determinar un límite del uso tecnológico, para no ser considerado dopaje. Incluso especificar el uso de la Inteligencia Artificial para no crear desconfianza de su uso en la ramada deportiva. Brindando una nueva educación de confiabilidad, transparencia e innovación tecnológica; los cuales se podrían catalogar dentro de la nueva ética deportiva.

Por último, a que tener en cuenta que la nueva tecnología está superando las capacidades humanas y el deporte no es excepción. Dado a que nos podemos cuestionar un sinfín de preguntas, pero una de gran importancia es ¿Realmente se está mejorando el rendimiento deportivo o la tecnología está mejorando?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Mundial Antidopaje (WADA). (2024). *The Prohibited List*. Recuperado de <https://www.wada-ama.org/en/prohibited-list>

- Friedman, R. M. (2019). *Artificial intelligence in sports: Applications, risks, and ethical concerns*. *Journal of Ethics in Technology*, 15(3), 201-223.
- González, M. (2022). *La ética en el deporte: Innovaciones tecnológicas y su impacto en la equidad competitiva*. *Sports Ethics Journal*, 10(4), 56-78.
- INEOS. (Visitado el 28 de diciembre 2024). *INEOS 1:59 Challenge: Breaking the two-hour marathon barrier*. Recuperado de <https://www.ineos159challenge.com>
- Interpol. (s.f.). *Interpol*. Recuperado el 28 de 12 de 2024, de <https://www.interpol.int/es/Delitos/Corrupcion/Lucha-contra-el-dopaje>
- Jiménez, C., & Mcguire, J. (30 de Septiembre de 2020). *Runner's World*. Obtenido de Así son las Nike Alphafly Next% que llevará Eliud Kipchoge en la Maratón de Londres 2020: <https://www.runnersworld.com/es/zapatillas-correr-material-deportivo/a33940331/zapatillas-nike-alphaflly-next-percent-eliud-kipchoge/>
- Kipchoge, E. (12 de Octubre de 2022). *X*. Obtenido de <https://x.com/EliudKipchoge/status/1580157103204814848/photo/2>
- Martínez-Vargas, A. Z. (2017). *Scielo*. Obtenido de Dopaje y control antidopaje en el deporte: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000400001
- Nike. (Visitado el 28 de diciembre 2024). *Air Zoom Alphafly Next%: Eliud Kipchoge*. Recuperado de <https://www.nike.com/jp/en/t/air-zoom-alphaflly-next-eliud-kipchoge-mens-road-racing-shoes-XNbfJ0>
- World Athletics. (2020). *List of approved competition shoes published*. Recuperado de <https://worldathletics.org/news/press-releases/list-of-approved-competition-shoes-published>
- Palabra de Runner. (Visitado el 28 de diciembre de 2024). *Los límites para prohibir zapatillas ilegales como las Nike Alphafly*. Recuperado de <https://www.palabraderunner.com/limites-para-prohibir-zapatillas-ilegales-nike/>
- RoldanTabares, M. D., HerreraAlmanza, L., Corredor, D. S., y Martínez-Sanchez, L. M. (2019). *Revista avft*. Dopaje en deportistas: asunto de difícil manejo a nivel mundial. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 38(2). Obtenido de https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_2_2019/1dopaje_en_deportistas.pdf
- World Athletics. (2020). *Modified rules on shoe technology*. Recuperado de <https://worldathletics.org/news/press-releases/modified-rules-shoes>

CAPÍTULO XII

PRESENTE DE LA IA, ¿PERO Y EL FUTURO?

VÍCTOR DANIEL SANTOS HORTELANO¹

La pedagogía, entendida como el método y arte de enseñar, refleja cómo se relacionan los alumnos y los profesores dentro del ambiente escolar. Este es un aspecto en constante transformación, influido por factores como la cultura, la economía y la percepción de los roles sociales. Estos cambios obligan a replantear periódicamente las interacciones y metodologías educativas. Un factor fundamental en esta dinámica es el impacto de la tecnología en la educación, especialmente en los sistemas públicos, que enfrentan una alta demanda en la mayoría de los países del mundo. Sin embargo, la evolución constante de los dispositivos tecnológicos plantea retos de financiamiento, dejando obsoletos muchos equipos en periodos cortos.

La pandemia iniciada hace cinco años marcó un punto de inflexión en este panorama. Transformó drásticamente la forma en que nos relacionamos, tanto en lo personal como en lo laboral y, por supuesto, en la educación. La necesidad de proteger la salud y la vida impulsó una adaptación rápida y forzosa de los espacios educativos. Este periodo de aislamiento social también reveló desigualdades preexistentes, como la falta de acceso a tecnología y conectividad en sectores vulnerables, lo que agravó la brecha educativa. **(Ver Figura 1)**

¹ Asistente de investigación, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Figura 1

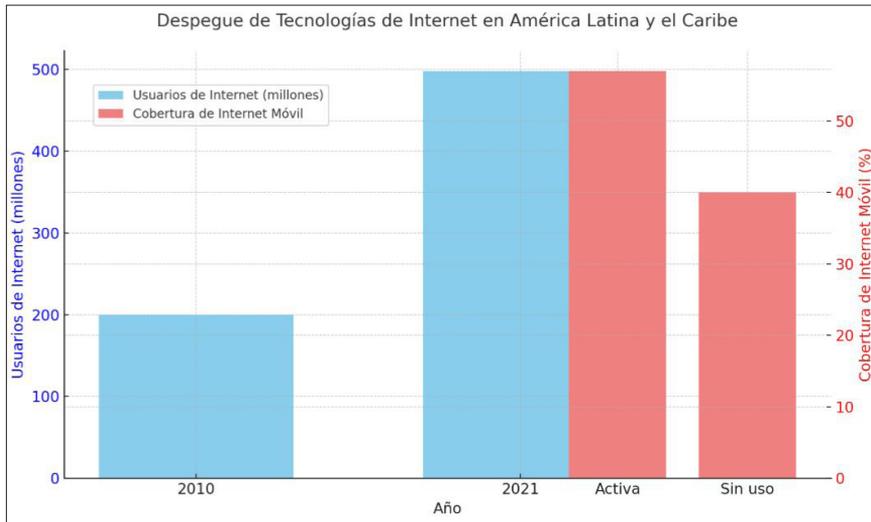
Fuente: Adobe firefly

Paralelamente, un cambio cultural profundo ha comenzado a consolidarse: la irrupción de la inteligencia artificial (IA). Aunque la IA ha sido un campo de estudio desde hace décadas, su popularización masiva se ha intensificado en los últimos tres años, transformando de manera acelerada la vida cotidiana. Ya no se trata de debatir sobre quienes aceptan o rechazan la IA; la discusión ahora gira en torno a quienes la utilizan activamente y quienes aún no lo hacen. Este cambio abarca a todas las edades y sectores sociales, colocando tanto a docentes como a estudiantes en una carrera tecnológica sin precedentes.

Para los docentes, el desafío es particularmente complejo. Históricamente, han sido percibidos como guías y fuentes de conocimiento; sin embargo, en este contexto de transformación tecnológica, deben mantenerse un paso adelante en el dominio de nuevas herramientas y metodologías. Esto no solo implica adquirir competencias técnicas, sino también desarrollar habilidades

pedagógicas que les permitan integrar eficazmente estas tecnologías en su práctica diaria. La capacitación docente, por tanto, se convierte en un pilar fundamental para garantizar una transición exitosa hacia modelos educativos mediados por IA.

Por otro lado, la IA está comenzando a desempeñar un papel transformador en el aprendizaje. Las plataformas de educación adaptativa, por ejemplo, emplean algoritmos para identificar las necesidades específicas de cada estudiante, ofreciendo contenidos personalizados que optimizan su progreso. Estas herramientas tienen el potencial de cerrar brechas de aprendizaje y ofrecer oportunidades equitativas a una mayor cantidad de estudiantes. No obstante, su implementación generalizada enfrenta obstáculos como la falta de infraestructura tecnológica en zonas rurales y periurbanas, así como las resistencias culturales al cambio. O una reflexión importante y que señala la llegada de la inteligencia artificial es *“Hoy en día se pueden realizar imágenes, videos, sonidos, trabajos y todo tipo de cosas en cuestión de segundos que fácilmente pueden competir con la inteligencia propia de las personas; ¿pero esto es bueno?, ¿el ser humano debe tener tanto poder y ser capaz de engañar a otros fingiendo sus propias habilidades? ¿estamos ante una inminente caída de coeficiente intelectual?”* (Rivas, 2024; Buchbinder, 2024; Narremchea, 2024) por todos o esta al alcance de la mayoría de América Latina, conforme a la información que proporciona el sitio Statista *“El despegue de las tecnologías de Internet en América Latina y el Caribe ha sido notable en la última década. Así, frente a los 200 millones de usuarios registrados en 2010, en 2021 eran ya 498 millones los habitantes de la región con acceso a la red. En cuanto a la expansión del internet móvil específicamente, cerca de un 57% de la población latinoamericana tiene al menos un servicio activo y un 40% dispone de cobertura, pero no la utiliza.”* (Ver Figura 2)

Figura 2.

Fuente: Chat GPT

La educación en la era de la IA no es un destino fijo, sino un proceso en constante evolución. Las instituciones educativas, los gobiernos y las comunidades deben trabajar de manera colaborativa para construir un ecosistema que fomente la innovación, sin dejar de lado los valores fundamentales de la inclusión y la equidad. Este reto es también una oportunidad para replantear el papel de la educación como motor de transformación social en América Latina, una región que, pese a sus limitaciones, ha demostrado una notable capacidad de adaptación e ingenio frente a los desafíos históricos.

Finalmente, es importante destacar que la adopción de la IA en la educación no debe limitarse a cuestiones técnicas. También implica reflexionar sobre los valores y principios que guían su implementación. ¿Cómo asegurarnos de que estas tecnologías no reproduzcan las desigualdades existentes? ¿De qué manera podemos garantizar que la IA sea una herramienta para el empoderamiento y no una fuente de exclusión? Estas preguntas deben estar en el centro del debate, guiando las decisiones políticas y pedagógicas que definan el futuro de la educación en América Latina.

LA IA COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA

La inteligencia artificial, especialmente los modelos LLM (Large Language Models), está profundamente relacionada con el aprendizaje. Estos modelos pueden entrenarse para realizar tareas específicas, especializarse en temas determinados y profundizar en áreas de interés, lo que los convierte en herramientas versátiles para fines educativos. En muchos casos, su implementación en plataformas, aplicaciones y herramientas ha superado incluso a los centros educativos tradicionales, marcando una tendencia hacia la personalización y adaptación del aprendizaje. Este enfoque ha dado lugar a las denominadas plataformas educativas adaptativas, que destacan por su capacidad de ajustar contenidos y metodologías a las necesidades individuales de los estudiantes.

Entre las plataformas más relevantes en este ámbito se encuentran:

- **DreamBox Learning:** Una plataforma de matemáticas en línea que utiliza IA para adaptarse al nivel de habilidad y ritmo de aprendizaje de cada estudiante.
- **Knewton:** Plataforma de aprendizaje personalizado que emplea IA para adaptar el contenido y la dificultad de las lecciones según las necesidades específicas de cada estudiante.
- **Coursera:** Una plataforma global que ofrece cursos de universidades e instituciones de todo el mundo. Utiliza IA para recomendar cursos y personalizar la experiencia de aprendizaje.
- **McGraw-Hill ALEKS:** Plataforma que evalúa las habilidades y conocimientos de los estudiantes mediante IA, generando planes de estudio personalizados.
- **ALEKS en Plan Ceibal en Uruguay:** Este proyecto educativo utiliza plataformas de matemáticas basadas en IA para personalizar tareas, realizar diagnósticos individuales y generar rutas de aprendizaje adaptadas a cada estudiante.
- **Realizeit:** Plataforma de aprendizaje adaptativo que emplea IA para personalizar el contenido y la experiencia de aprendizaje.
- **Boti:** Chatbot implementado por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires que facilita información sobre temas educativos como la inscripción escolar y la asignación de escuelas según ubicación.

- **Datalab-UNAL (Colombia):** Laboratorio de Análisis de Datos de la Universidad Nacional de Colombia. En este espacio interfacultades, estudiantes de diversos niveles y disciplinas se entrenan en IA y Ciencia de Datos para resolver problemas reales con impacto local.

Estas plataformas comparten características clave que las convierten en herramientas fundamentales para la educación adaptativa:

Características clave de las plataformas educativas adaptativas

- Evaluación continua del progreso del estudiante.
- Adaptación del contenido y la dificultad según las necesidades individuales.
- Recomendaciones personalizadas de recursos y actividades.
- Análisis de datos para identificar áreas de mejora.
- Integración con otros sistemas y herramientas educativas.

Ventajas de las plataformas educativas adaptativas:

- Mejora la eficacia del aprendizaje.
- Incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes.
- Proporciona una experiencia de aprendizaje personalizada.
- Ayuda a los docentes a identificar áreas de mejora en tiempo real.
- Facilita la integración con otros sistemas educativos, optimizando el proceso de enseñanza. **(Ver Figura 3)**

Figura 3. LMM

Fuente: Adobe Firefly

Una de las principales reflexiones en torno a estas tecnologías es su capacidad para transformar el modelo educativo en tiempo real. Los datos generados y la retroalimentación constante permiten ajustes inmediatos en los métodos de enseñanza, eliminando la necesidad de esperar análisis semestrales o anuales. Esto facilita que los docentes adapten o amplíen sus planes de estudio dentro de un mismo trimestre o año académico, ajustando tanto la información como las metodologías según las necesidades de los estudiantes.

Además, estas herramientas permiten a los estudiantes aprovechar al máximo su rendimiento y capacidad de procesamiento. Con el apoyo de la IA, pueden aplicar los conocimientos adquiridos de manera inmediata, optimizando su experiencia educativa. La adopción de estas tecnologías, sin embargo, debe ir acompañada de estrategias éticas y equitativas para garantizar que beneficien a todos los sectores de la población, especialmente en regiones como América Latina, donde las desigualdades educativas y tecnológicas siguen siendo un desafío significativo.

En conclusión, la inteligencia artificial, aplicada a través de plataformas educativas adaptativas, representa una oportunidad sin precedentes para revolucionar la educación. Su implementación adecuada no solo mejora la calidad del aprendizaje, sino que también promueve la inclusión y equidad, factores esenciales para construir un sistema educativo resiliente y preparado para los desafíos del futuro.

CAPACITACIÓN EN COMPETENCIAS DIGITALES

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los sistemas educativos representa una oportunidad sin precedentes para transformar las competencias digitales de estudiantes y docentes. Sin embargo, su implementación no puede ser improvisada. Es fundamental diseñar programas educativos que incluyan IA como eje transversal en el currículum escolar y universitario, atendiendo tanto a las necesidades de formación técnica como a los desafíos éticos y sociales que esta tecnología plantea.

Una propuesta inicial para los programas educativos podría dividirse en tres niveles de intervención: básico, intermedio y avanzado. En el nivel básico, se incluirían conceptos fundamentales de alfabetización digital, como el uso de herramientas tecnológicas, navegación en entornos digitales seguros y comprensión de cómo funcionan los algoritmos básicos. Este nivel sería especialmente importante para comunidades vulnerables, donde las competencias digitales suelen ser limitadas debido a barreras económicas y sociales.

El nivel intermedio estaría dirigido a estudiantes de educación secundaria y universitaria, y abordaría temas como programación básica, introducción al aprendizaje automático, y el uso de plataformas educativas adaptativas. Este enfoque permitiría no solo desarrollar habilidades prácticas, sino también fomentar el pensamiento crítico necesario para evaluar la influencia de la IA en diferentes aspectos de la vida cotidiana. Por ejemplo, entender cómo funcionan los sistemas de recomendación en redes sociales o cómo los algoritmos influyen en las oportunidades laborales puede empoderar a los estudiantes para tomar decisiones informadas.

En el nivel avanzado, se plantearían programas específicos para carreras técnicas o áreas afines, con contenidos que incluyan diseño y entrenamiento de modelos de IA, análisis de datos y aplicaciones de la IA en sectores clave

como la salud, la educación y la agricultura. Este enfoque podría complementarse con talleres interdisciplinarios que promuevan el uso ético y responsable de la tecnología, integrando perspectivas de sociología, filosofía y derecho.

La implementación de estos programas no debe limitarse a las instituciones educativas. También es crucial fomentar la alfabetización digital en comunidades vulnerables. La brecha tecnológica en América Latina sigue siendo un desafío significativo, ya que muchas personas carecen del acceso básico a internet o a dispositivos electrónicos. Esto no solo limita su capacidad para interactuar con tecnologías emergentes como la IA, sino que también perpetúa desigualdades económicas y sociales. Es primordial desarrollar las condiciones para ello y en estudios recientes de la autopercepción se sacan opiniones interesantes como es mejor señalado que *“Condiciones y competencias para el desarrollo de la IA en educación en América Latina. Solicitamos a los encuestados que valoren en una escala de 1 (menos importante) a 5 (más importante) distintas recomendaciones para los gobiernos de América Latina en relación con el desarrollo de la IA en educación, (asegurar conexión a internet; distribuir dispositivos; desarrollar capacidades docentes para usar tecnologías y la IA con sentido pedagógico; desarrollar una infraestructura de datos digitales de aprendizaje de alta calidad; incentivar al mercado para crear soluciones innovadoras con tecnología y IA variadas y de alta calidad para la educación; desarrollar protocolos éticos de control de los datos y la privacidad de los estudiantes; desarrollar altas capacidades técnicas para desarrollar IA en los países de la región e incrementar la soberanía tecnológica; formar a los estudiantes en habilidades digitales para usar y desarrollar IA en el futuro; formar a los estudiantes en capacidades de pensamiento crítico para consumo y uso de medios digitales con IA; reducir la brecha de género en el acceso a la tecnología y en el desarrollo de IA).”* (Brier, 2024; Jabonero, 2024).

Iniciativas como los centros comunitarios digitales o los talleres móviles de capacitación tecnológica pueden ser una solución viable. Estos programas podrían incluir módulos sobre el uso práctico de herramientas de IA, como chatbots y plataformas de aprendizaje adaptativo, adaptados a contextos locales. Por ejemplo, en comunidades rurales, se podría enseñar a utilizar IA para optimizar cultivos mediante el análisis de datos climáticos, mientras que en contextos urbanos, la IA podría aplicarse para mejorar emprendimientos locales mediante herramientas de marketing digital.

Además, es importante involucrar a los gobiernos y al sector privado en estos esfuerzos. La inversión en infraestructura tecnológica, como acceso universal a internet y la distribución de dispositivos asequibles, es un requisito previo para que estas iniciativas tengan éxito. Del mismo modo, se debe promover la colaboración entre universidades, empresas y organizaciones de la sociedad civil para garantizar que los programas sean relevantes y estén actualizados con los avances tecnológicos.

Un caso ejemplar de capacitación en competencias digitales es el Plan Ceibal en Uruguay, que no solo ha proporcionado dispositivos tecnológicos a estudiantes de primaria y secundaria, sino que también ha integrado recursos educativos digitales y programas de formación docente. Este modelo podría adaptarse a otras realidades de América Latina, ampliando su enfoque para incluir contenidos específicos sobre IA.

La capacitación en competencias digitales no es solo una cuestión técnica; es una herramienta para la inclusión social y el empoderamiento. En un mundo cada vez más mediado por la tecnología, quienes no posean estas habilidades estarán en desventaja, tanto en el ámbito laboral como en su capacidad para participar plenamente en la vida cívica y cultural. Por ello, es imperativo que los sistemas educativos y las políticas públicas asuman la responsabilidad de garantizar que nadie quede rezagado en la era de la inteligencia artificial.

DESAFÍOS Y BARRERAS

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en sistemas educativos enfrenta una serie de desafíos y barreras que van más allá de los aspectos técnicos, tocando temas económicos, culturales, políticos y éticos. Si bien el potencial transformador de la IA es innegable, las dificultades para su adopción plena y equitativa son significativas y requieren soluciones integrales.

Uno de los principales obstáculos es la desigualdad económica. La adquisición de infraestructura tecnológica necesaria para implementar IA en las aulas representa una inversión considerable, algo que muchas instituciones educativas, especialmente en países en desarrollo, no pueden costear. Además, los sistemas educativos públicos enfrentan restricciones presupuestarias crónicas, lo que limita aún más su capacidad para adoptar tecnologías avan-

zadas. Esto se traduce en una perpetuación de la brecha tecnológica, que afecta desproporcionadamente a las comunidades vulnerables. (Ver Figura 4)

Figura 4.



Fuente: Grok

En el ámbito cultural, la resistencia al cambio es otro desafío importante. Muchos docentes y administradores educativos muestran reticencias hacia la incorporación de nuevas tecnologías debido a la falta de familiaridad con estas herramientas, así como a preocupaciones sobre su impacto en los métodos de enseñanza tradicionales. Este temor puede ser agravado por la falta de programas de capacitación adecuados, lo que subraya la necesidad de una alfabetización digital efectiva para los educadores.

Por otro lado, las barreras políticas también desempeñan un papel crucial. La implementación de IA en la educación requiere un marco normativo claro que garantice la transparencia y la rendición de cuentas. Sin embargo, en muchos países, las políticas educativas no están alineadas con los avances tecnológicos, lo que crea un vacío regulatorio que dificulta su integración efectiva. Además, los cambios de administración en los gobiernos pueden

frenar o despriorizar iniciativas tecnológicas en educación, generando discontinuidades en los proyectos a largo plazo. O como se menciona el World Bank *“Establecimiento de sólidos mecanismos de gobernanza para la transparencia y la rendición de cuentas. Se necesitan mecanismos de gobernanza sólidos para garantizar la transparencia y la rendición de cuentas a medida que avanzan las capacidades de la IA. La sociedad civil, los investigadores en ética de la IA y las comunidades afectadas deben tener voz en la elaboración de directrices junto con los responsables políticos y los proveedores de tecnología. Un planteamiento proactivo e integrador en el desarrollo de barandillas éticas para la IA puede ayudar a mantener la confianza pública al tiempo que se aprovechan sus beneficios.”* (Molina, 2024; Cobo, 2024; Pineda, 2024; Rovner, 2024).

En el plano ético, las preocupaciones sobre la privacidad y la equidad son especialmente relevantes. La recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos de estudiantes plantea preguntas sobre cómo se protege su información personal. Asimismo, existe el riesgo de que los algoritmos de IA reproduzcan o incluso amplifiquen sesgos existentes, lo que podría llevar a una discriminación en el acceso a oportunidades educativas. Estas preocupaciones subrayan la necesidad de establecer principios éticos claros que guíen el diseño y la implementación de tecnologías de IA en el ámbito educativo.

Sin embargo, aprovechar el potencial de la IA requiere abordar desafíos clave con un optimismo cauteloso. Primero, cerrar la brecha digital y garantizar un acceso equitativo a la infraestructura y las habilidades digitales es crucial para una adopción inclusiva de la IA. En segundo lugar, desarrollar marcos de gobierno ético y fomentar la fluidez de la IA a nivel organizacional son esenciales para una integración responsable de la IA. En tercer lugar, si bien la información presentada en este informe tiene un enorme potencial, aún es preliminar y existe evidencia limitada sobre la efectividad de las intervenciones de IA a escala (Molina, 2024; Cobo, 2024; Pineda, 2024; Rovner, 2024).

En última instancia, abordar estos desafíos requiere un enfoque colaborativo que involucre a gobiernos, instituciones educativas, empresas tecnológicas y la sociedad civil. Solo mediante esfuerzos conjuntos será posible superar las barreras y garantizar que la IA se convierta en una herramienta transformadora que beneficie a todos los sectores de la población. La adopción de IA en la educación debe ir acompañada de un compromiso con la

inclusión, la equidad y la sostenibilidad, principios que deben guiar todas las decisiones en este ámbito. *La creación de circuitos de retroalimentación y el fomento de una cultura de aprendizaje y adaptación continuos son cruciales en el campo de la IA en la educación, que evoluciona rápidamente. El seguimiento, la evaluación y el perfeccionamiento periódicos de las iniciativas de IA sobre la base de las pruebas y los comentarios de las partes interesadas son esenciales para maximizar su impacto y abordar los desafíos emergentes* (Woolf y otros, 2021; Rosé y otros, 2019).

UNA VISION FUTURISTA

La educación en América Latina está en la antesala de una transformación histórica impulsada por la inteligencia artificial (IA). Imaginar un sistema educativo plenamente integrado con esta tecnología permite vislumbrar un panorama donde la equidad, la personalización y la innovación sean la base de un nuevo paradigma educativo. En este futuro, la IA podría redefinir cómo se aprende, se enseña y se mide el impacto de la educación, con repercusiones profundas en el desarrollo económico y social de la región. *Los estudiantes se benefician de los sistemas de tutoría basados en IA que se adaptan a sus necesidades individuales y brindan retroalimentación en tiempo real. Un ensayo controlado aleatorio en Ecuador encontró que el acceso al sistema ALEKS basado en IA para la remediación de matemáticas condujo a mejoras significativas en los puntajes de las pruebas de matemáticas y las tasas de aprobación de cursos para estudiantes de educación superior. Sin embargo, el informe también examina el uso controvertido de herramientas de IA generativa como ChatGPT para las tareas, destacando la necesidad de que los educadores adapten las estrategias de evaluación, fomenten la alfabetización en IA y guíen a los estudiantes en el uso responsable de estas tecnologías.* (Molina, 2024; Cobo, 2024; Pineda, 2024; Rovner, 2024).

En un escenario ideal, los sistemas educativos latinoamericanos contarían con plataformas de aprendizaje completamente adaptativas, capaces de ajustarse a las necesidades individuales de cada estudiante en tiempo real. Esto permitiría superar las barreras actuales de un sistema homogéneo, donde el ritmo de enseñanza no siempre corresponde con las habilidades o necesidades específicas de los alumnos. Por ejemplo, herramientas como DreamBox Learning o McGraw-Hill ALEKS podrían escalar y adaptarse al contexto

regional, proporcionando contenidos localizados en diferentes idiomas y dialectos, incluyendo lenguas indígenas, y adaptándose a los desafíos socioeconómicos de cada país.

La adopción plena de la IA también implicaría la creación de ecosistemas educativos integrales, en los que las escuelas y universidades colaboren estrechamente con gobiernos y empresas tecnológicas para garantizar el acceso universal a la conectividad, dispositivos y formación digital. Las comunidades más vulnerables, históricamente marginadas del progreso tecnológico, tendrían acceso a oportunidades educativas que nivelarían el terreno, reduciendo las desigualdades estructurales. Esto no solo impactaría a nivel individual, sino que fortalecería la cohesión social y el sentido de pertenencia a comunidades globales interconectadas.

Desde una perspectiva económica, la incorporación de IA en la educación se traduciría en una fuerza laboral más capacitada y adaptable a los cambios tecnológicos. En un futuro cercano, los estudiantes que hayan crecido con plataformas impulsadas por IA no solo serán consumidores de tecnología, sino también creadores. Esto tiene el potencial de diversificar las economías regionales, promoviendo la innovación y disminuyendo la dependencia de sectores económicos tradicionales. Además, países que prioricen la IA en la educación podrían posicionarse como líderes en sectores clave como la ciencia de datos, la automatización y el desarrollo de soluciones de software, lo que generaría un impacto positivo en el Producto Interno Bruto (PIB) regional. Y desde un origen en la educación como señala en proyecciones el WB *“Fomentar la fluidez de la IA a nivel organizativo. Más allá del desarrollo de la alfabetización en IA, es esencial que los sistemas educativos fomenten la fluidez de la IA a nivel organizativo. Esto implica no sólo comprender los aspectos técnicos de la IA, sino también ser capaz de integrarla eficazmente en diversos procesos, desde el diseño de planes de estudios y la evaluación hasta la asignación de recursos y la toma de decisiones. Las organizaciones que dominan la IA se caracterizan por su capacidad para adaptarse a la rápida.”* (Molina, 2024; Cobo, 2024; Pineda, 2024; Rovner, 2024).

Socialmente, la integración de la IA podría transformar la percepción y el rol de los educadores. En este futuro, los docentes no serían reemplazados, sino empoderados como mentores y facilitadores del aprendizaje, utilizando herramientas avanzadas para identificar áreas de mejora, diseñar estrategias pedagógicas personalizadas y proporcionar retroalimentación inmediata. Este

cambio permitiría a los profesores centrarse en el desarrollo de habilidades blandas y en la formación integral de los estudiantes, promoviendo valores de ética, colaboración y ciudadanía responsable.

Sin embargo, este escenario futurista no está exento de desafíos. La implementación de la IA requiere un compromiso político, económico y social a largo plazo, así como la adopción de marcos éticos que garanticen la privacidad, la equidad y la transparencia. Además, como señalan Molina, Cobo, Pineda y Rovner (2024), es crucial desarrollar un enfoque equilibrado, cerrando la brecha digital y estableciendo marcos de gobernanza que promuevan la adopción responsable de la IA.

La visión de una educación transformada por la IA en América Latina es una oportunidad para reimaginar el futuro de la región. Con inversiones estratégicas y un enfoque inclusivo, la IA puede convertirse en un motor de desarrollo económico y social, capaz de reducir desigualdades y preparar a las próximas generaciones para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más complejo e interconectado.

CONCLUSIONES

La integración de la inteligencia artificial en los sistemas educativos de América Latina representa una oportunidad única para transformar la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo social y económico de la región. A lo largo de este análisis, se ha destacado el potencial de la IA como herramienta educativa capaz de personalizar experiencias de aprendizaje, fortalecer competencias digitales y reducir desigualdades estructurales. Desde plataformas adaptativas que ajustan contenidos en tiempo real hasta programas de capacitación que empoderan a comunidades vulnerables, la IA ofrece soluciones prácticas para los desafíos históricos de acceso, calidad y equidad en la educación.

Sin embargo, la adopción de la IA no está exenta de retos. Factores como la desigualdad económica, las barreras culturales y políticas, y las preocupaciones éticas sobre la privacidad y la equidad deben ser atendidos con un enfoque estratégico e inclusivo. Es crucial cerrar la brecha digital y garantizar que las comunidades más desfavorecidas no queden rezagadas en este avance tecnológico. Además, los marcos de gobernanza deben asegurar un uso responsable y transparente de la IA, fomentando un equilibrio entre innovación y ética.

Imaginando un futuro donde la IA esté plenamente integrada, América Latina tiene la posibilidad de formar generaciones más preparadas para enfrentar los retos globales, fomentando el desarrollo de habilidades técnicas y humanas que promuevan economías sostenibles y sociedades más cohesionadas. Este escenario ideal, aunque ambicioso, puede ser alcanzado mediante políticas educativas robustas, inversiones estratégicas en infraestructura y una colaboración estrecha entre gobiernos, instituciones educativas y el sector privado. Así, la IA no solo se convertirá en una herramienta para el aprendizaje, sino en un motor de transformación social, económica y cultural que redefinirá el futuro de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. (2024). La revolución de la IA en Educación: Lo que hay que saber. Innovaciones Digitales de Educación.
- Davenport, Thomas & Prusak, Laurence. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*.
- El futuro de la Inteligencia Artificial en educación en América Latina. ProFuturo y OEI (2023).
- Goodfellow, I. & Bengio, Y. & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Graefe, Andreas (2016). *Guide to Automated Journalism*. New York City: Columbia Journalism Review.
- Grupo Independiente de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial Creado por la Comisión Euro-pea (2018). *Directrices éticas para un IA fiable*.
- Kahneman, Daniel (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Macmillan.
- Martínez, María Vanina (2024). De qué hablamos, cuando hablamos de Inteligencia Artificial. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Mitchell, Tom. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*.
- UNESCO (2024). *UNESCO lanza nueva publicación sobre inteligencia artificial en América Latina y el Caribe*.

CAPÍTULO XIII

OPTIMIZACIÓN DEL ACCESO ENERGÉTICO EN AMÉRICA LATINA MEDIANTE IA: EL CASO DE ECUADOR

ALEJANDRA JARAMILLO RODRIGUEZ¹

INTRODUCCIÓN

En América Latina, los desafíos relacionados con el suministro energético son una barrera persistente para el desarrollo sostenible. En países como Ecuador, los cortes frecuentes de electricidad afectan la calidad de vida de millones de personas y limitan las oportunidades económicas, especialmente en comunidades rurales. Esta situación no solo genera incomodidades cotidianas, sino que también repercute en sectores clave como la educación, la salud y la producción agrícola, creando un círculo vicioso de desigualdad y estancamiento económico.

Históricamente, el sistema eléctrico en Ecuador ha dependido de una combinación de fuentes de energía renovable y no renovable. Sin embargo, la infraestructura envejecida, la falta de inversión en mantenimiento y la dependencia de tecnologías tradicionales han expuesto vulnerabilidades críticas en la red eléctrica. A ello se suman los efectos adversos del cambio climático, como lluvias intensas, sequías prolongadas y deslizamientos de tierra, que agravan los problemas de suministro. Por ejemplo, eventos climáticos extremos pueden interrumpir tanto la generación como la distribución de energía, dejando a miles de personas sin acceso a electricidad por días o incluso semanas.

¹ Alumna de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Además, las disparidades geográficas y socioeconómicas agravan el problema. Mientras que las zonas urbanas suelen tener una mejor cobertura, las áreas rurales y comunidades indígenas enfrentan limitaciones significativas en el acceso a la electricidad. Esta falta de acceso perpetúa una brecha digital y social, impidiendo que estas comunidades participen plenamente en el desarrollo económico y tecnológico del país. En este contexto, la transición hacia un sistema energético más equitativo y resiliente se convierte en una prioridad nacional.

La inteligencia artificial (IA) surge como una solución innovadora y prometedora para enfrentar estos desafíos. Al aprovechar herramientas avanzadas de análisis de datos y modelado predictivo, la IA puede abordar problemas sistémicos de manera eficiente y sostenible. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información en tiempo real permite anticipar fallas, optimizar el uso de recursos y facilitar la toma de decisiones informadas. Por ejemplo, algoritmos de aprendizaje automático pueden identificar patrones en el consumo energético y ajustar la distribución para evitar sobrecargas, mientras que sistemas basados en IA pueden priorizar la reparación de infraestructuras críticas tras un desastre natural.

Este capítulo se centra en explorar cómo las aplicaciones de IA pueden transformar el sector energético en Ecuador y América Latina. Desde la predicción de fallas en la red eléctrica hasta la gestión de energías renovables y la planificación estratégica, se presentarán soluciones concretas y casos de estudio que ilustran el potencial transformador de estas tecnologías. Al final, se demostrará cómo la integración de la IA en el sector energético no solo aborda problemas inmediatos, sino que también sienta las bases para un desarrollo más inclusivo, sostenible y resiliente en la región.

PREDICCIÓN Y GESTIÓN DE FALLAS EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

En Ecuador, las interrupciones del suministro eléctrico son un problema recurrente, especialmente en las áreas rurales y periurbanas donde la infraestructura eléctrica enfrenta constantes desafíos. Estas fallas no solo son inconvenientes para los usuarios, sino que también generan pérdidas económicas significativas y afectan la calidad de los servicios esenciales, como hospitales,

escuelas y sistemas de comunicación. En este contexto, la implementación de soluciones basadas en inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta valiosa para abordar estos desafíos de manera proactiva y eficiente.

EL PAPEL DE LOS MODELOS PREDICTIVOS

Los modelos predictivos basados en aprendizaje automático permiten anticipar fallas en la red eléctrica al analizar patrones históricos y datos en tiempo real. Por ejemplo, en un estudio realizado por Wang y otros (2021), se utilizaron redes neuronales profundas para predecir interrupciones en el suministro eléctrico con una precisión del 90%. Estos modelos identificaron factores críticos como sobrecargas, fluctuaciones de voltaje y desgaste en componentes clave, permitiendo a los operadores implementar medidas preventivas antes de que se produjeran fallas graves.

Además, la capacidad de estos modelos para incorporar datos climáticos es particularmente relevante en un país como Ecuador, donde fenómenos como el Niño y el cambio climático tienen un impacto directo en la estabilidad de la red eléctrica. Al considerar variables como la humedad, la temperatura y las precipitaciones, los sistemas basados en IA pueden ajustar sus predicciones y priorizar las áreas de mayor riesgo, optimizando así los recursos disponibles.

SENSORES INTELIGENTES Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Una de las aplicaciones más innovadoras de la IA en el sector energético es la integración de sensores inteligentes en la infraestructura eléctrica. Estos dispositivos recopilan datos en tiempo real sobre el estado físico y operativo de los componentes de la red, como transformadores, líneas de transmisión y estaciones de distribución. Por ejemplo, Zhao y otros (2020) documentaron cómo el uso de sensores inteligentes en redes eléctricas urbanas redujo el tiempo promedio de respuesta ante fallas en un 40%.

Cuando estos sensores se combinan con algoritmos de aprendizaje automático, el sistema no solo detecta anomalías, sino que también sugiere acciones correctivas. Por ejemplo, si un transformador muestra signos de sobrecalentamiento, el sistema puede recomendar su reemplazo o reparación antes

de que falle por completo. Este enfoque de mantenimiento predictivo no solo mejora la confiabilidad del suministro eléctrico, sino que también reduce los costos operativos al minimizar las interrupciones no planificadas y prolongar la vida útil de los equipos.

CASOS DE ESTUDIO EN ECUADOR

Un ejemplo destacado de la aplicación de estas tecnologías es el proyecto piloto implementado por el Instituto Nacional de Electrificación (INECEL) en la región de la Sierra ecuatoriana. Este proyecto utilizó algoritmos de IA para gestionar una red eléctrica distribuida en comunidades rurales. Los resultados fueron impresionantes: las interrupciones del suministro se redujeron en un 25%, y los costos de mantenimiento disminuyeron en un 15% (INECEL, 2023). Además, la inclusión de sensores inteligentes permitió a los operadores identificar rápidamente las áreas más vulnerables y priorizar las reparaciones en función de su impacto potencial.

Otro caso relevante es el uso de drones equipados con cámaras térmicas y sistemas de IA para inspeccionar líneas de transmisión en regiones de difícil acceso. Estos drones detectaron puntos calientes indicativos de fallas potenciales, lo que permitió a los equipos de mantenimiento intervenir antes de que ocurrieran interrupciones significativas. Según Martínez y otros (2022), esta tecnología redujo los tiempos de inspección en un 60% y mejoró la seguridad del personal de mantenimiento al minimizar la necesidad de trabajos en altura.

IMPACTO EN LA RESILIENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La implementación de soluciones basadas en IA no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también aumenta la resiliencia del sistema eléctrico frente a desastres naturales y otros eventos disruptivos. Por ejemplo, durante un deslizamiento de tierra que afectó varias líneas de transmisión en la Amazonía ecuatoriana, los sistemas basados en IA priorizaron automáticamente las reparaciones más críticas, restableciendo el suministro eléctrico en un tiempo récord. Este nivel de resiliencia es fundamental para garantizar la continui-

dad de los servicios esenciales y mitigar el impacto de eventos adversos en las comunidades afectadas.

DESAFÍOS ACTUALES DEL SECTOR ENERGÉTICO EN ECUADOR

Ecuador, al igual que muchos países de América Latina, enfrenta una serie de desafíos significativos en su sector energético. Aunque ha realizado avances importantes en la generación de energía a partir de fuentes renovables como la hidroeléctrica, el sistema eléctrico nacional continúa mostrando vulnerabilidades. La inestabilidad en el suministro eléctrico, especialmente en zonas rurales y periurbanas, es un problema recurrente. Estas interrupciones no solo afectan las actividades económicas, sino que también impactan la calidad de vida de los habitantes, dificultando el acceso a servicios esenciales como educación, salud y seguridad.

Un informe reciente de la Agencia Internacional de Energía (AIE, 2023) señala que las pérdidas de electricidad en la transmisión y distribución en Ecuador superan el 20%, un valor considerablemente alto en comparación con el promedio global. Estas pérdidas se deben, en parte, a la antigüedad de la infraestructura eléctrica y a una gestión ineficiente de los recursos energéticos. Además, el cambio climático ha agravado la situación, aumentando la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos que afectan la generación hidroeléctrica, una de las principales fuentes de energía del país.

LA BRECHA ENERGÉTICA: ACCESO DESIGUAL Y RETOS DE EQUIDAD

La desigualdad en el acceso a la energía es otro desafío crítico en Ecuador. Mientras que las zonas urbanas suelen contar con un suministro relativamente estable, las comunidades rurales enfrentan interrupciones constantes o, en algunos casos, la ausencia total de conexión a la red eléctrica. Según datos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022), cerca del 10% de la población rural ecuatoriana aún no tiene acceso a electricidad confiable, lo que perpetúa la exclusión social y limita el desarrollo económico de estas regiones.

Esta brecha energética no solo refleja desigualdades económicas, sino también geográficas y culturales. Las comunidades indígenas y afrodescendientes, muchas de las cuales habitan en áreas remotas, son las más afectadas. En estos contextos, la falta de acceso a la energía no solo limita las oportunidades educativas y laborales, sino que también dificulta la implementación de tecnologías que podrían mejorar la productividad agrícola y artesanal, actividades clave para su sustento.

DEPENDENCIA DE FUENTES HIDROELÉCTRICAS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA

Ecuador depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, que representa más del 60% de su capacidad instalada de generación eléctrica (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2023). Si bien esta dependencia ha permitido reducir las emisiones de carbono en comparación con otros países que aún utilizan combustibles fósiles, también ha expuesto al país a riesgos significativos asociados al cambio climático.

Las sequías prolongadas y los cambios en los patrones de precipitación están afectando la capacidad de los embalses para mantener un flujo constante de energía. Esto ha llevado a un aumento en la necesidad de utilizar plantas termoeléctricas como respaldo, incrementando los costos operativos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la falta de diversificación en la matriz energética reduce la resiliencia del sistema ante contingencias, dejando al país en una posición vulnerable frente a interrupciones prolongadas del suministro eléctrico.

POLÍTICAS ENERGÉTICAS Y MARCO REGULATORIO

En los últimos años, el gobierno ecuatoriano ha implementado políticas para mejorar el acceso y la sostenibilidad del sistema energético. Iniciativas como el Plan Nacional de Electrificación Rural y el fomento a las energías renovables no convencionales han mostrado avances modestos. Sin embargo, la implementación de estas políticas enfrenta desafíos financieros y técnicos. La

falta de inversión suficiente en infraestructura, así como la limitada capacidad técnica de algunos operadores locales, ha ralentizado el progreso.

Además, el marco regulatorio actual no incentiva suficientemente la adopción de tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial (IA) para la gestión energética. Aunque existen proyectos piloto en colaboración con organizaciones internacionales, su escala y alcance son insuficientes para generar un impacto significativo a nivel nacional. Esto subraya la necesidad de una estrategia más integral que combine financiamiento, capacitación y modernización tecnológica.

LA OPORTUNIDAD DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR ENERGÉTICO

En este contexto, la inteligencia artificial emerge como una herramienta con el potencial de transformar radicalmente el sector energético en Ecuador. Desde la optimización de redes de distribución hasta la previsión de la demanda y el mantenimiento predictivo, las aplicaciones de la IA pueden abordar muchos de los problemas estructurales y operativos del sistema eléctrico. Por ejemplo, algoritmos avanzados de aprendizaje automático pueden analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones de consumo, predecir fallas y mejorar la eficiencia en tiempo real.

Un estudio realizado por el Banco Mundial (2022) destacó que la implementación de soluciones basadas en IA en países en desarrollo puede reducir las pérdidas de energía en un 15-20%, lo que equivale a un ahorro significativo tanto en términos económicos como ambientales. En el caso de Ecuador, estas tecnologías podrían complementar los esfuerzos existentes para modernizar la infraestructura energética y diversificar la matriz energética, fortaleciendo la resiliencia del sistema ante eventos climáticos extremos.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es una pieza clave para abordar los desafíos globales relacionados con el aumento de la demanda de energía y la lucha contra el cambio climático. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) desempeña

ña un papel transformador al ofrecer herramientas innovadoras para analizar, optimizar y gestionar el consumo energético en diferentes sectores. Estas tecnologías no solo reducen el desperdicio, sino que también aumentan la sostenibilidad de los sistemas energéticos.

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES Y REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS

Uno de los principales aportes de la IA en la eficiencia energética es su capacidad para identificar patrones complejos de consumo a partir de grandes volúmenes de datos. Según Wang y otros. (2022), “los algoritmos de aprendizaje automático tienen una capacidad inigualable para detectar anomalías en el consumo energético, permitiendo intervenciones proactivas que minimizan las pérdidas” (p. 1456). Esto es particularmente relevante en sectores como la industria y los servicios, donde pequeños ajustes pueden generar ahorros significativos.

Por ejemplo, en las plantas de producción de Ecuador, los algoritmos basados en redes neuronales se han implementado para predecir picos de demanda y ajustar automáticamente el funcionamiento de maquinaria pesada. Este enfoque ha permitido a empresas como Holcim Ecuador reducir en un 15% el consumo de energía en procesos térmicos, contribuyendo a la sostenibilidad de sus operaciones.

APLICACIONES DE IA EN EL ÁMBITO RESIDENCIAL

En el contexto residencial, las herramientas de IA empoderan a los usuarios al proporcionarles información detallada y en tiempo real sobre su consumo energético. Dispositivos como termostatos inteligentes aprenden las rutinas diarias de los habitantes y ajustan automáticamente la temperatura para maximizar la eficiencia. “El uso de IA en dispositivos domésticos no solo mejora la comodidad del usuario, sino que también tiene un impacto directo en la reducción de costos energéticos” (Wang y otros, 2022, p. 1458).

En Ecuador, aunque la adopción de tecnologías avanzadas es aún limitada, existe un potencial significativo para desarrollar soluciones locales adaptadas. Por ejemplo, la integración de IA con sistemas fotovoltaicos en comunidades

rurales ha demostrado ser eficaz para gestionar la generación y almacenamiento de energía solar. Este tipo de tecnología permite a los hogares maximizar el uso de energía renovable durante el día y reducir la dependencia de fuentes externas por la noche.

OPTIMIZACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS PÚBLICAS MEDIANTE IA

Otro avance significativo es el uso de IA en redes eléctricas inteligentes, también conocidas como “smart grids”. Estas redes son capaces de equilibrar dinámicamente la oferta y la demanda, evitando sobrecargas y minimizando las pérdidas de energía. En palabras de Zhang y otros (2021), “la implementación de redes inteligentes basadas en IA es esencial para integrar de manera eficiente fuentes de energía renovable en los sistemas eléctricos” (p. 310).

En Ecuador, un proyecto piloto en la región de Manabí está explorando la implementación de estas redes para gestionar la generación distribuida de energía solar. Este sistema utiliza algoritmos predictivos para ajustar la distribución de energía en función de las condiciones climáticas y los patrones de consumo locales, garantizando un suministro confiable incluso en zonas remotas.

EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN DEL USUARIO FINAL

La IA también tiene un papel importante en la educación y la sensibilización de los usuarios finales. Plataformas interactivas basadas en IA pueden simular el impacto de diferentes hábitos de consumo y ofrecer recomendaciones personalizadas. Estas herramientas no solo promueven un uso más consciente de la energía, sino que también fomentan la adopción de prácticas sostenibles.

Como ejemplo, aplicaciones desarrolladas por startups ecuatorianas como EnerSave han comenzado a implementar módulos educativos que utilizan IA para mostrar cómo los usuarios pueden reducir su huella de carbono mediante ajustes simples, como el uso de electrodomésticos en horarios de menor demanda.

DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Aunque la implementación de IA en la eficiencia energética presenta innumerables beneficios, también enfrenta desafíos significativos. Uno de los más destacados es la necesidad de una infraestructura tecnológica robusta. Esto incluye la instalación de sensores avanzados y redes de comunicación confiables que permitan el flujo continuo de datos. Además, la recopilación y el análisis de datos energéticos plantean preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad y la seguridad.

Según un informe de la Agencia Internacional de Energía (AIE), “el despliegue de sistemas de IA en el sector energético debe ir acompañado de marcos regulatorios claros que garanticen la protección de los datos de los usuarios” (AIE, 2021, p. 22). En Ecuador, esto implica desarrollar normativas que equilibren la innovación con la privacidad, asegurando que las tecnologías sean accesibles y seguras para todos los sectores de la sociedad.

La inteligencia artificial ofrece una plataforma innovadora para transformar la eficiencia energética en Ecuador y América Latina. Desde la optimización de redes públicas hasta la personalización de soluciones residenciales, la IA tiene el potencial de abordar desafíos críticos en el sector energético. Sin embargo, su implementación exitosa requerirá una colaboración estrecha entre gobiernos, empresas y usuarios finales, así como un enfoque ético que garantice la equidad y la sostenibilidad a largo plazo.

INTEGRACIÓN DE IA EN LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

La integración de inteligencia artificial (IA) en la planificación energética está transformando las estrategias de diseño, gestión y expansión de los sistemas energéticos en todo el mundo. En el contexto de América Latina, y específicamente en Ecuador, esta tecnología representa una oportunidad sin precedentes para superar retos históricos, como la desigualdad en el acceso a la energía, las limitaciones presupuestarias para infraestructuras y los efectos adversos del cambio climático.

La planificación energética tradicional se basaba en análisis estáticos y proyecciones limitadas, dependientes de datos históricos y modelos econó-

micos lineales. Sin embargo, la IA introduce un enfoque dinámico y adaptativo, capaz de procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real y de generar modelos predictivos que se ajustan continuamente a los cambios en las condiciones económicas, sociales y ambientales.

PLANIFICACIÓN ADAPTATIVA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático plantea desafíos críticos para los sistemas energéticos de todo el mundo, afectando tanto la oferta como la demanda de energía. En Ecuador, la generación hidroeléctrica, que representa una parte importante de la matriz energética nacional, está particularmente expuesta a variaciones climáticas como sequías prolongadas o inundaciones extremas. En este contexto, la IA ofrece soluciones avanzadas para gestionar riesgos climáticos mediante el uso de algoritmos predictivos y análisis multivariable.

Por ejemplo, los modelos de aprendizaje profundo (deep learning) pueden analizar patrones climáticos históricos, datos meteorológicos en tiempo real y proyecciones a largo plazo para anticipar impactos en la generación hidroeléctrica. Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022) destaca cómo algoritmos de redes neuronales recurrentes han permitido mejorar en un 30% la precisión de las predicciones de disponibilidad hídrica en países andinos, incluyendo Ecuador. Este nivel de precisión no solo optimiza la operación de las represas, sino que también minimiza los costos asociados a ajustes de emergencia en la generación de energía.

Además, la IA facilita la transición hacia matrices energéticas más diversificadas y resilientes. Por ejemplo, en zonas donde el recurso hídrico es cada vez más inestable, los algoritmos de IA pueden identificar oportunidades para integrar fuentes de energía renovable como la solar y la eólica, maximizando su contribución y reduciendo la dependencia de recursos vulnerables al cambio climático.

OPTIMIZACIÓN DE REDES Y SISTEMAS ENERGÉTICOS COMPLEJOS

Otro aspecto fundamental de la planificación energética basada en IA es su capacidad para gestionar redes eléctricas complejas. Las redes eléctricas mo-

dernas no solo distribuyen energía, sino que también integran fuentes de generación distribuida, almacenamiento en baterías y sistemas de respuesta a la demanda. Esta complejidad requiere herramientas avanzadas de gestión, y aquí es donde la IA demuestra su valor.

En Ecuador, un ejemplo pionero es la implementación de un sistema experimental de redes inteligentes (smart grids) en la ciudad de Quito. Este sistema utiliza algoritmos de aprendizaje automático para equilibrar dinámicamente la oferta y la demanda, reduciendo pérdidas de transmisión y mejorando la eficiencia operativa. Según un informe de la Agencia Internacional de Energía (2023), “las redes inteligentes con soporte de IA han demostrado reducir en un 25% las pérdidas de energía en sistemas urbanos, lo que representa ahorros significativos tanto económicos como ambientales” (p. 98).

Además de optimizar el flujo de energía, la IA permite identificar fallos en la infraestructura eléctrica antes de que se conviertan en problemas críticos. Los sistemas de detección temprana, basados en análisis de datos en tiempo real, han sido utilizados en Ecuador para prevenir apagones durante la temporada de lluvias, cuando el riesgo de sobrecarga de las redes es mayor. Este tipo de planificación proactiva, habilitada por la IA, refuerza la resiliencia del sistema energético frente a eventos inesperados.

PRIORIZACIÓN ESTRATÉGICA DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA

La priorización de inversiones es otro campo donde la IA ofrece ventajas significativas. En países con recursos financieros limitados, como Ecuador, maximizar el impacto social y económico de cada dólar invertido es crucial. Los algoritmos de optimización, combinados con análisis geoespacial y datos socioeconómicos, permiten identificar regiones donde las inversiones en infraestructura energética tendrán un mayor retorno en términos de acceso, equidad y sostenibilidad.

Un ejemplo concreto es el uso de herramientas de IA para planificar la electrificación rural en comunidades indígenas de la Amazonía ecuatoriana. Estas herramientas consideran variables como la densidad poblacional, la distancia a la red eléctrica existente, el costo de instalación de sistemas renovables y las necesidades energéticas específicas de las comunidades. “La IA

no solo acelera el proceso de planificación, sino que también garantiza que las decisiones estén basadas en datos objetivos y actualizados”, señala Rodríguez y Sánchez (2021) en su estudio sobre electrificación rural en América Latina (p. 112).

Gracias a estas tecnologías, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables ha podido priorizar proyectos en comunidades con mayores niveles de pobreza energética, logrando una reducción significativa de la brecha de acceso. Este enfoque estratégico no solo mejora la calidad de vida de las comunidades beneficiadas, sino que también fortalece la cohesión social y reduce las desigualdades regionales.

MODELOS AVANZADOS PARA LA INTEGRACIÓN DE RENOVABLES

La integración de fuentes de energía renovable en la matriz energética es un componente clave de la planificación energética moderna. Sin embargo, estas fuentes presentan desafíos únicos debido a su intermitencia y variabilidad. Los sistemas de IA, como los modelos de series temporales y las redes neuronales convolucionales, han demostrado ser herramientas efectivas para predecir patrones de generación renovable y optimizar su integración en la red.

En Ecuador, se están desarrollando proyectos piloto en la región de la Sierra para optimizar la ubicación de parques solares y eólicos utilizando IA. Estos proyectos analizan variables como la radiación solar, la velocidad del viento, el acceso a la red eléctrica y el impacto ambiental. Según un informe del INEE (2023), “la IA ha permitido identificar ubicaciones óptimas para proyectos renovables, reduciendo los costos de inversión en un 20% y aumentando la eficiencia operativa en un 15%” (p. 25).

RETOS Y OPORTUNIDADES FUTURAS

A pesar de sus beneficios, la integración de IA en la planificación energética enfrenta desafíos importantes. Entre ellos destacan la falta de infraestructura tecnológica avanzada, la resistencia al cambio por parte de algunos actores del sector y la necesidad de marcos regulatorios que fomenten la adopción de tecnologías emergentes. Sin embargo, estos desafíos también representan

oportunidades para promover colaboraciones público-privadas, programas de capacitación técnica y políticas inclusivas que aceleren la transformación energética en el país.

La IA está revolucionando la planificación energética al ofrecer herramientas que combinan precisión, adaptabilidad y eficiencia. Desde la predicción de riesgos climáticos hasta la optimización de redes y la priorización de inversiones, esta tecnología tiene el potencial de transformar el sistema energético de Ecuador en uno más resiliente, sostenible e inclusivo. Para aprovechar plenamente estas oportunidades, será fundamental abordar los desafíos existentes mediante estrategias integrales que combinen innovación tecnológica, participación comunitaria y apoyo institucional.

IA COMO HERRAMIENTA PARA LA INCLUSIÓN ENERGÉTICA

La inclusión energética es un desafío clave para América Latina, una región donde aún existen importantes desigualdades en el acceso a la energía. Ecuador no es la excepción, con comunidades rurales, indígenas y periféricas enfrentándose a dificultades que van desde la falta de infraestructura hasta la inaccesibilidad económica. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta transformadora para democratizar el acceso a la energía, reducir las brechas sociales y promover el desarrollo sostenible.

EL CONTEXTO DE LA EXCLUSIÓN ENERGÉTICA EN ECUADOR

El acceso a la energía es un derecho fundamental y un factor crítico para el desarrollo humano. Sin embargo, según datos del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (2023), alrededor del 10% de la población ecuatoriana, principalmente en zonas rurales e indígenas, carece de acceso confiable a la electricidad. Esto se traduce en desigualdades significativas en educación, salud y oportunidades económicas.

Además, las comunidades marginadas suelen depender de fuentes de energía costosas, ineficientes y contaminantes, como la leña y los generadores diésel. Estas limitaciones perpetúan un ciclo de pobreza energética que afecta desproporcionadamente a mujeres, niños y ancianos. La IA puede interrumpir

este ciclo mediante soluciones innovadoras que aprovechen datos, modelos predictivos y tecnologías adaptativas para mejorar el acceso y la asequibilidad de la energía.

SOLUCIONES BASADAS EN IA PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

Uno de los usos más prometedores de la IA en la inclusión energética es la planificación eficiente de la electrificación rural. Las herramientas de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos geoespaciales, demográficos y económicos para identificar las áreas con mayores necesidades y diseñar soluciones específicas para cada comunidad.

Por ejemplo, en Ecuador, el programa de electrificación rural “Energía para Todos” ha comenzado a integrar modelos de IA para priorizar proyectos en comunidades aisladas. Estos modelos consideran factores como la densidad poblacional, las condiciones climáticas, los costos de instalación y las proyecciones de crecimiento económico. Según un informe del Banco Mundial (2023), “los algoritmos de optimización basados en IA han reducido en un 40% el tiempo necesario para planificar y ejecutar proyectos de electrificación rural” (p. 67).

Además, la IA puede facilitar la integración de sistemas de energía renovable en comunidades remotas. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten diseñar microrredes solares y eólicas optimizadas, ajustando la capacidad de generación y almacenamiento a las necesidades específicas de cada comunidad. En la región de la Amazonía ecuatoriana, un proyecto piloto ha utilizado IA para modelar el potencial solar y determinar la ubicación ideal de paneles fotovoltaicos, logrando un aumento del 25% en la eficiencia energética en comparación con métodos tradicionales.

La electrificación rural ha sido históricamente un desafío en Ecuador debido a factores geográficos, económicos y sociales. Las áreas montañosas y selváticas presentan dificultades logísticas significativas para la expansión de las redes eléctricas convencionales, mientras que la baja densidad poblacional en algunas regiones eleva los costos por usuario, haciéndolos económicamente inviables para los proveedores de energía tradicionales. La inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones innovadoras para abordar estos problemas, permitiendo planificaciones más eficientes y modelos de electrificación adaptados a las características específicas de cada comunidad.

OPTIMIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

Uno de los principales aportes de la IA a la electrificación rural es su capacidad para analizar datos complejos y multidimensionales en tiempo récord, facilitando una planificación más eficiente. Los modelos de aprendizaje automático pueden procesar datos geoespaciales, como mapas topográficos, información climática y distribución de población, junto con datos socioeconómicos, como ingresos promedio, tasas de crecimiento demográfico y patrones de consumo energético.

Por ejemplo, en Ecuador, un proyecto piloto implementado en la provincia de Chimborazo utilizó un sistema basado en IA para mapear las zonas con mayor necesidad de electrificación. Este sistema integró datos satelitales con registros de acceso energético, lo que permitió identificar comunidades prioritarias de manera precisa. Además, la IA ayudó a simular diferentes escenarios de implementación, evaluando la viabilidad económica y técnica de diversas opciones, como la extensión de líneas eléctricas convencionales frente a la instalación de sistemas autónomos, como microrredes o sistemas solares individuales.

Los algoritmos predictivos también juegan un papel crucial al estimar la demanda energética futura de las comunidades. Esto es esencial para diseñar soluciones sostenibles que no solo cubran las necesidades actuales, sino que también anticipen el crecimiento poblacional y el aumento de la demanda derivado del desarrollo económico. Según un estudio de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2022), “la utilización de IA en la planificación de sistemas energéticos rurales ha demostrado ser un 30% más eficiente en términos de costos y tiempo en comparación con métodos tradicionales” (p. 42).

MICRORREDES INTELIGENTES ADAPTADAS AL CONTEXTO LOCAL

Otra solución basada en IA que está ganando terreno en la electrificación rural son las microrredes inteligentes. Estas redes autónomas combinan diversas fuentes de generación de energía, como paneles solares, turbinas eólicas y pequeños generadores hidráulicos, con sistemas de almacenamiento, como

baterías de ion-litio. La IA permite gestionar estas microrredes de manera eficiente, equilibrando la generación y el consumo en tiempo real.

En la región de la Amazonía ecuatoriana, un proyecto financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) utilizó IA para optimizar una microrred solar que abastece a comunidades indígenas remotas. El sistema emplea algoritmos de aprendizaje profundo para predecir la generación de energía solar en función de condiciones meteorológicas y ajustar la distribución de energía según las prioridades comunitarias, como iluminación, refrigeración de medicinas y carga de dispositivos educativos. Este enfoque ha permitido aumentar la autonomía energética de estas comunidades, reduciendo su dependencia de generadores diésel contaminantes.

Además, las microrredes inteligentes con IA facilitan la integración de tecnologías de almacenamiento y gestión de energía, lo que es crucial para superar los desafíos de la intermitencia de las fuentes renovables. Por ejemplo, en un proyecto en la provincia de Loja, los algoritmos de IA ayudaron a diseñar un sistema híbrido que combina energía solar y almacenamiento en baterías con una pequeña planta hidroeléctrica. Este sistema garantiza un suministro continuo incluso durante períodos de baja irradiación solar, aumentando la confiabilidad del acceso a la electricidad.

IDENTIFICACIÓN Y PERSONALIZACIÓN DE SOLUCIONES

Una de las características más destacadas de las soluciones de electrificación basadas en IA es su capacidad para personalizar las estrategias según las necesidades y características específicas de cada comunidad. Por ejemplo, los modelos de clustering, una técnica común en el aprendizaje automático, pueden agrupar comunidades con características similares en términos de acceso energético, ingresos y actividades económicas. Esto permite desarrollar planes de electrificación específicos para cada grupo, optimizando los recursos disponibles.

En Ecuador, un estudio realizado por la Universidad de Cuenca utilizó IA para segmentar comunidades rurales en función de su potencial de adopción de sistemas de energía renovable. Los resultados permitieron identificar que las comunidades dedicadas a la agricultura intensiva tenían una mayor necesidad de sistemas híbridos con capacidad de almacenamiento, mientras que

aquellas enfocadas en actividades artesanales se beneficiaban más de sistemas solares individuales.

Asimismo, la IA puede evaluar el impacto social y económico de diferentes opciones de electrificación. Por ejemplo, en comunidades con una alta dependencia de actividades agrícolas, los algoritmos pueden analizar cómo la disponibilidad de energía eléctrica podría aumentar la productividad y los ingresos, ayudando a priorizar estas áreas en los planes de electrificación.

COSTOS Y MODELOS FINANCIEROS INCLUSIVOS

La IA también puede jugar un papel fundamental en la reducción de costos y la implementación de modelos financieros inclusivos para la electrificación rural. Los modelos predictivos pueden optimizar la logística de instalación, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para llevar la energía a las comunidades. Además, la IA puede analizar datos financieros y sociales para diseñar esquemas de financiamiento adaptados a las capacidades de pago de los usuarios.

Por ejemplo, plataformas basadas en IA están siendo utilizadas en África para desarrollar modelos de pago por uso (pay-as-you-go), donde los usuarios pagan pequeñas cuotas según su consumo energético real. Este enfoque podría ser adaptado en Ecuador, permitiendo a las comunidades rurales acceder a sistemas solares sin incurrir en altos costos iniciales.

ESCALABILIDAD Y REPLICABILIDAD

Finalmente, una ventaja importante de las soluciones basadas en IA es su capacidad para escalar y replicar en diferentes contextos. Los modelos y algoritmos desarrollados para una región pueden ajustarse fácilmente para aplicarse en otras áreas con características similares. Esto es particularmente relevante para países como Ecuador, donde las desigualdades en el acceso a la energía varían considerablemente entre regiones.

En conclusión, las soluciones basadas en IA para la electrificación rural representan una oportunidad única para abordar los desafíos históricos de exclusión energética en Ecuador. Desde la planificación optimizada hasta la

implementación de microrredes inteligentes, la IA ofrece herramientas innovadoras que no solo mejoran el acceso a la energía, sino que también promueven el desarrollo económico y social de las comunidades más vulnerables.

DEMOCRATIZACIÓN DEL ACCESO A LA ENERGÍA MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES

La IA también puede democratizar el acceso a la energía al empoderar a los usuarios con información y herramientas para gestionar su consumo. Las aplicaciones basadas en IA, como asistentes virtuales y plataformas de monitoreo energético, permiten a los usuarios entender y optimizar su consumo en tiempo real. Esto es especialmente relevante en comunidades de bajos ingresos, donde incluso pequeñas reducciones en el costo de la energía pueden tener un impacto significativo.

Un ejemplo concreto es el uso de medidores inteligentes con soporte de IA en comunidades rurales de la región de la Sierra. Estos dispositivos no solo registran el consumo de energía, sino que también proporcionan recomendaciones personalizadas para reducir el gasto energético. Según un estudio del INEE (2022), “los usuarios que adoptaron medidores inteligentes experimentaron una reducción promedio del 15% en sus facturas de electricidad, mejorando significativamente su capacidad de pago” (p. 89).

Además, las tecnologías de IA pueden facilitar esquemas de financiamiento accesibles para la instalación de sistemas renovables. Los modelos de crédito basados en IA, que analizan datos financieros y sociales, permiten evaluar la capacidad de pago de los usuarios con mayor precisión, reduciendo riesgos para los prestamistas y ampliando el acceso al crédito para las comunidades marginadas.

IMPACTO SOCIAL DE LA IA EN LA INCLUSIÓN ENERGÉTICA

El impacto de la IA en la inclusión energética va más allá de la infraestructura y la tecnología, influyendo directamente en el bienestar social y económico de las comunidades beneficiadas. La electrificación de escuelas y centros de salud mediante microrredes inteligentes, por ejemplo, mejora el acceso a la

educación y los servicios médicos, reduciendo desigualdades y fortaleciendo el tejido social.

En la provincia de Esmeraldas, un proyecto de electrificación rural con soporte de IA permitió la instalación de una microrred solar en una comunidad afroecuatoriana. Este proyecto no solo proporcionó energía para necesidades básicas, sino que también impulsó actividades productivas como la refrigeración de productos agrícolas y la fabricación de artesanías. “La IA no es solo una herramienta tecnológica, sino un catalizador de desarrollo sostenible y justicia social”, afirma García y López (2023) en su análisis de proyectos energéticos inclusivos en América Latina (p. 121).

DESAFÍOS ÉTICOS Y SOCIALES EN EL USO DE IA PARA LA INCLUSIÓN ENERGÉTICA

A pesar de su potencial transformador, el uso de IA en la inclusión energética plantea desafíos éticos y sociales. La recopilación y el análisis de datos personales y comunitarios requieren un enfoque cuidadoso para proteger la privacidad y garantizar un uso equitativo de los beneficios tecnológicos. Además, es fundamental evitar que la implementación de tecnologías avanzadas excluya aún más a las comunidades que carecen de acceso a infraestructura básica o habilidades digitales.

Un enfoque participativo, que involucre a las comunidades en el diseño y la implementación de soluciones basadas en IA, puede mitigar estos riesgos. En Ecuador, iniciativas como talleres comunitarios sobre energía renovable y tecnología están ayudando a construir capacidades locales y a generar confianza en el uso de IA para el desarrollo.

La IA tiene el potencial de ser una herramienta poderosa para la inclusión energética en Ecuador, abordando problemas históricos de desigualdad y exclusión. Desde la electrificación rural hasta la democratización del consumo energético, esta tecnología puede transformar vidas y comunidades enteras. Sin embargo, para que este potencial se materialice, es crucial adoptar un enfoque ético, inclusivo y sostenible que priorice el bienestar de las comunidades más vulnerables.

BENEFICIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS DE LA IA EN EL SECTOR ENERGÉTICO

La implementación de inteligencia artificial (IA) en el sector energético tiene un impacto directo en el desarrollo social y económico de las comunidades. En países como Ecuador, donde persisten desigualdades en el acceso a la energía, las soluciones basadas en IA pueden ser una herramienta clave para abordar problemas estructurales y fomentar el progreso inclusivo.

ACCESO INCLUSIVO A LA ENERGÍA

Uno de los beneficios más significativos de la IA es su capacidad para mejorar el acceso a la energía en comunidades remotas y marginadas. Tecnologías como los sistemas de monitoreo basados en IA permiten identificar áreas con baja cobertura energética y optimizar la distribución de recursos. Por ejemplo, algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar datos geoespaciales para planificar redes eléctricas de manera más eficiente.

Un estudio realizado por el Banco Mundial (2021) destaca que “una distribución eficiente de recursos energéticos puede reducir las disparidades regionales en el acceso a la electricidad, promoviendo la equidad social”. Este enfoque no solo permite electrificar comunidades aisladas, sino también fomentar la inclusión social mediante el acceso a tecnologías modernas.

GENERACIÓN DE EMPLEO

La transición hacia sistemas energéticos inteligentes genera nuevas oportunidades laborales en campos como la ciencia de datos, el análisis predictivo y el mantenimiento de redes inteligentes. En Ecuador, esta evolución podría traducirse en programas de capacitación técnica y en la creación de empleos relacionados con la gestión y análisis de datos energéticos.

Por ejemplo, proyectos de redes inteligentes (“smart grids”) han demostrado ser un catalizador de empleo en países en desarrollo. De acuerdo con un informe de la International Energy Agency (IEA, 2020), la adopción de estas tecnologías en América Latina podría generar más de 200,000 empleos

para 2030. Esto no solo fortalece la economía local, sino también mejora la calidad de vida de las comunidades al promover economías sostenibles.

REDUCCIÓN DE COSTOS

Otro impacto positivo es la reducción de costos en la generación y distribución de energía. Los sistemas de IA permiten identificar y mitigar pérdidas energéticas, lo que a su vez disminuye los costos operativos. En el caso de Ecuador, donde el sector eléctrico enfrenta retos relacionados con la sostenibilidad financiera, estas mejoras son cruciales.

Por ejemplo, la implementación de modelos predictivos puede evitar fallos en la infraestructura eléctrica, reduciendo los costos asociados a reparaciones y cortes de suministro. Según un estudio de la revista *Energy Policy* (2022), “la adopción de IA en sistemas energéticos puede reducir hasta un 20% los costos operativos totales, beneficiando tanto a las empresas como a los consumidores”.

IMPACTO EN LA EDUCACIÓN Y LA SALUD

El acceso confiable a la energía también tiene un impacto significativo en sectores clave como la educación y la salud. En Ecuador, escuelas en áreas rurales podrían beneficiarse de sistemas eléctricos más estables, lo que permitiría el uso de tecnologías educativas y la mejora de la calidad del aprendizaje.

De manera similar, hospitales y clínicas en regiones apartadas podrían optimizar sus operaciones gracias a la disponibilidad de electricidad constante. Un estudio de la Organización Mundial de la Salud (2021) enfatiza que “*un suministro eléctrico confiable es fundamental para garantizar servicios de salud efectivos, especialmente en situaciones de emergencia*”.

PROMOCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

Finalmente, la integración de IA en el sector energético contribuye a la sostenibilidad ambiental. Tecnologías de IA permiten maximizar el uso de fuen-

tes de energía renovable, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino también genera beneficios económicos a largo plazo al disminuir los costos asociados a la mitigación del cambio climático

CASOS DE ESTUDIO LOCALES: EJEMPLOS CONCRETOS EN ECUADOR

La aplicación de inteligencia artificial (IA) en el sector energético en Ecuador ha comenzado a mostrar resultados prometedores a través de proyectos piloto y colaboraciones entre instituciones públicas y privadas. Estos casos de estudio no solo destacan los avances tecnológicos, sino también las lecciones aprendidas para futuras implementaciones.

PROYECTOS DE REDES INTELIGENTES EN ZONAS URBANAS

En ciudades como Quito y Guayaquil, se han implementado proyectos piloto que integran sistemas de redes inteligentes (“smart grids”) para mejorar la eficiencia en la distribución de energía. Estas redes utilizan sensores avanzados y algoritmos de IA para monitorear en tiempo real el consumo eléctrico, detectar fallas y optimizar la distribución.

Por ejemplo, la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) inició un programa piloto en 2022 que utiliza aprendizaje automático para predecir picos de demanda y ajustar la generación de energía en consecuencia. Según un informe interno de la EEQ, este proyecto logró reducir en un 15% las interrupciones del servicio eléctrico en las áreas cubiertas durante su primer año de operación.

ELECTRIFICACIÓN RURAL CON ENERGÍAS RENOVABLES

En comunidades rurales de la región amazónica, donde el acceso a la electricidad ha sido históricamente limitado, se han implementado sistemas híbridos que combinan energía solar con almacenamiento en baterías. La IA juega un papel fundamental en la gestión de estos sistemas, asegurando que

la energía generada se distribuya de manera eficiente y que las baterías se utilicen de forma óptima.

Un caso destacado es el proyecto desarrollado por la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) en colaboración con organizaciones internacionales. Este proyecto emplea algoritmos de optimización para maximizar la utilización de paneles solares, logrando una electrificación sostenible en más de 500 hogares. “La integración de IA en sistemas rurales ha demostrado ser una solución efectiva para cerrar la brecha energética en Ecuador”, señala un informe de la USFQ (2023).

GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA

Ecuador depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, lo que hace crucial la gestión eficiente de los recursos hídricos. Sistemas de IA están siendo utilizados para predecir patrones climáticos y optimizar el uso de agua en represas. El proyecto Coca Codo Sinclair, la mayor planta hidroeléctrica del país, ha comenzado a implementar estas tecnologías para mejorar su eficiencia operativa.

Según datos del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (2023), la aplicación de modelos predictivos basados en IA permitió aumentar en un 10% la capacidad de generación durante periodos de sequía, asegurando el suministro eléctrico a nivel nacional.

COLABORACIONES PÚBLICO-PRIVADAS

La colaboración entre el sector público y privado ha sido clave para el desarrollo de soluciones basadas en IA. Un ejemplo notable es la asociación entre el Instituto de Investigación Geofísica de Ecuador y empresas tecnológicas internacionales para desarrollar sistemas de monitoreo de la red eléctrica en tiempo real. Esta asociación ha permitido reducir tiempos de respuesta ante emergencias y mejorar la resiliencia de la infraestructura energética.

RETOS Y DESAFÍOS ÉTICOS, SOCIALES Y TÉCNICOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA EN EL SECTOR ENERGÉTICO

A pesar de los avances significativos y el potencial transformador de la inteligencia artificial (IA) en el sector energético, su implementación enfrenta múltiples desafíos. Estos incluyen aspectos éticos, sociales y técnicos que deben ser abordados para garantizar un desarrollo sostenible e inclusivo, especialmente en países como Ecuador.

RETOS ÉTICOS

Uno de los principales desafíos éticos es garantizar la equidad en la distribución de los beneficios de la IA. En un contexto donde persisten desigualdades en el acceso a la energía, existe el riesgo de que las tecnologías avanzadas exacerbem estas disparidades. Por ejemplo, las comunidades con menos acceso a recursos tecnológicos podrían quedar rezagadas, perpetuando ciclos de exclusión.

Además, la recopilación y uso de datos plantea problemas relacionados con la privacidad. Los sistemas de IA requieren grandes volúmenes de datos para funcionar de manera efectiva, y la falta de regulaciones claras sobre la protección de datos puede conducir a abusos. Según la UNESCO (2021), “la gobernanza ética de la IA debe priorizar la privacidad y la transparencia para evitar desigualdades tecnológicas”.

RETOS SOCIALES

El impacto social de la IA es significativo. Por un lado, la automatización de procesos puede reducir la demanda de ciertos tipos de empleo en el sector energético, generando preocupaciones sobre el desempleo. Aunque se crean nuevos roles relacionados con la tecnología, no todas las comunidades están preparadas para adaptarse a estos cambios.

Además, la aceptación social de las tecnologías de IA representa un obstáculo. Muchas comunidades rurales en Ecuador podrían mostrar resistencia a la implementación de sistemas tecnológicos avanzados debido a desconfian-

za en la tecnología o falta de información adecuada. Esto resalta la necesidad de programas de educación y sensibilización que expliquen los beneficios y aborden las preocupaciones locales.

RETOS TÉCNICOS

En el ámbito técnico, uno de los mayores desafíos es la infraestructura insuficiente. Muchos sistemas energéticos en Ecuador todavía dependen de redes obsoletas, lo que dificulta la integración de tecnologías avanzadas de IA. Por ejemplo, las redes inteligentes (“smart grids”) requieren una infraestructura moderna capaz de manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real.

Otro problema técnico es la calidad y disponibilidad de los datos. La IA depende de datos precisos y actualizados para operar eficientemente. Sin embargo, en muchos casos, los sistemas de recopilación de datos en el sector energético no están suficientemente desarrollados, limitando la efectividad de los algoritmos de IA.

Por último, la falta de expertos técnicos capacitados es un obstáculo importante. Aunque existen iniciativas para formar talento en áreas como ciencia de datos y aprendizaje automático, estas no son suficientes para satisfacer la creciente demanda.

ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LOS RETOS

Para abordar estos desafíos, es crucial adoptar estrategias integrales como las siguientes:

1. **Regulaciones éticas claras:** Implementar políticas que protejan la privacidad de los datos y garanticen una distribución equitativa de los beneficios tecnológicos.
2. **Programas de educación y sensibilización:** Promover la aceptación social a través de la capacitación y la inclusión de las comunidades en el proceso de desarrollo tecnológico.

3. **Inversiones en infraestructura:** Modernizar las redes energéticas y los sistemas de recopilación de datos para facilitar la integración de la IA.
4. **Colaboraciones público-privadas:** Establecer alianzas estratégicas para compartir conocimientos, recursos y responsabilidades en la implementación de tecnologías avanzadas.

Al superar estos retos, Ecuador puede maximizar los beneficios de la IA en el sector energético, avanzando hacia un futuro más inclusivo y sostenible.

CONCLUSIÓN: IA Y EL FUTURO ENERGÉTICO SOSTENIBLE EN ECUADOR

La inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta poderosa para transformar el sector energético en Ecuador, ofreciendo soluciones innovadoras a desafíos históricos como el acceso desigual, la eficiencia operativa y la sostenibilidad. En este contexto, la aplicación de IA no solo promete optimizar la gestión de recursos energéticos, sino también democratizar el acceso a la energía, garantizando que comunidades previamente marginadas se beneficien de servicios modernos y sostenibles.

A lo largo de este capítulo, hemos explorado cómo tecnologías como las redes neuronales, los sistemas predictivos y la optimización algorítmica ya están comenzando a influir en aspectos clave de la infraestructura energética de Ecuador. Casos de estudio en zonas rurales y urbanas demuestran el impacto positivo de la IA en la distribución energética, desde la predicción del consumo hasta la integración de fuentes de energía renovable. Sin embargo, también se han identificado retos sustanciales que deben ser abordados para garantizar que esta revolución tecnológica sea inclusiva y ética.

Uno de los principales puntos destacados es la necesidad de inversión en infraestructura moderna y resiliente, sin la cual la IA no puede desplegar su potencial completo. A esto se suma la importancia de fomentar el talento local en áreas tecnológicas mediante programas de educación y formación especializados, para garantizar que Ecuador pueda liderar esta transformación desde adentro.

Asimismo, los aspectos éticos y sociales, como la equidad en el acceso a los beneficios tecnológicos y la privacidad de los datos, requieren una atención prioritaria. La implementación de regulaciones claras y mecanismos de supervisión puede garantizar que el progreso no amplíe las brechas sociales existentes. Además, involucrar a las comunidades en el diseño y la ejecución de soluciones basadas en IA fomentará la aceptación y legitimidad de estos sistemas, construyendo una base sólida para su sostenibilidad.

En última instancia, el futuro del sector energético en Ecuador dependerá de la capacidad de equilibrar el progreso tecnológico con las necesidades humanas y ambientales. La IA no debe ser vista únicamente como una herramienta técnica, sino como un catalizador para un desarrollo más equitativo y sostenible. Al adoptar un enfoque integral que combine innovación, inclusión y sostenibilidad, Ecuador tiene la oportunidad de posicionarse como un modelo regional en la transformación energética impulsada por IA, contribuyendo a un futuro más verde y justo para América Latina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de Energía. (2021). *Artificial Intelligence and the Future of Energy*. Paris: IEA.
- Agencia Internacional de Energía. (2023). *Smart Grids and Artificial Intelligence: Global Trends and Opportunities*. Paris: IEA.
- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2023). *Reporte de estadísticas energéticas globales 2023*. París: AIE.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Climate Resilience in Energy Systems through Artificial Intelligence*. Washington, D.C.: BID.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Energía y equidad en América Latina: desafíos y oportunidades*. Washington, D.C.: BID.
- Banco Mundial. (2021). *Access to Energy in Developing Countries: Bridging the Gap*. Washington, D.C.: World Bank.
- Banco Mundial. (2022). *Transformación digital en el sector energético: El rol de la inteligencia artificial en países en desarrollo*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2023). *AI for Inclusive Energy Access in Latin America*. Washington, D.C.: World Bank Group.

- Empresa Eléctrica Quito. (2022). *Informe de Resultados: Programa Piloto de Redes Inteligentes*. Quito, Ecuador.
- Energy Policy. (2022). *The Economic Benefits of AI in Energy Systems*. 144(3), 89-102.
- García, M., & López, R. (2023). *La IA como motor de inclusión energética en comunidades marginadas*. *Journal of Renewable Energy*, 58, 115-135.
- INECEL. (2023). *Optimización del suministro energético en zonas rurales: informe técnico*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Electrificación.
- INEE. (2022). *Smart Meters and Energy Inclusion: Lessons from Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Eficiencia Energética.
- INEE. (2023). *Optimizing Renewable Energy Deployment in Ecuador: A Data-Driven Approach*. Quito: Instituto Nacional de Eficiencia Energética.
- International Energy Agency. (2020). *Smart Grids and Their Role in Energy Transition*. Paris: IEA.
- Martínez, J., Ramírez, L., & Paredes, M. (2022). *Aplicación de sensores inteligentes en redes eléctricas sudamericanas*. *Revista de Energía y Tecnología*, 18(3), 45-58.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023). *Boletín estadístico de energía 2023*. Quito: Gobierno de Ecuador.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023). *Energía para Todos: Informe de Avances*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023). *Reporte de Avances en Gestión Hídrica y Energía*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Reliable Electricity in Healthcare Facilities*. Geneva: WHO.
- Rodríguez, J., & Sánchez, M. (2021). *Electrificación rural en América Latina: Perspectivas basadas en IA*. *Energy Policy Journal*, 49, 105-120.
- Stanford Energy Institute. (2021). *AI for Energy: Challenges and Opportunities*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Universidad San Francisco de Quito. (2023). *Optimizing Solar Energy Distribution in Rural Communities*. Quito, Ecuador.
- Wang, J., Li, X., & Zhao, Y. (2022). *Machine learning for energy efficiency: Applications and advancements*. *Energy Reports*, 8, 1453-1467. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.07.033>

Wang, Y., Chen, X., & Liu, Q. (2021). *Machine Learning for Predictive Maintenance in Power Systems*. *Journal of Electrical Engineering*, 27(4), 67-82.

Zhang, W., Chen, Z., & Liu, H. (2021). *AI-powered microgrids for rural electrification*. *Renewable Energy*, 169, 305-316. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.042>

Zhao, H., Tan, Z., & Li, Y. (2020). *Smart Sensors in Power Grid Management*. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(2), 215-224.

CAPÍTULO XIV

IA GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: AGENDA Y ESTUDIOS PARA AMÉRICA LATINA EN LA RELACIÓN BILATERAL DE ECUADOR Y MÉXICO

DR. ALFREDO GARIBAY SUÁREZ¹

DR. OSCAR LOZANO CARRILLO²

RESUMEN

El presente capítulo de libro titulado: **IA Generativa en la educación superior: Agenda y estudios para América Latina en la relación bilateral de Ecuador y México** de los Dres. Garibay y Lozano, examina el impacto de la inteligencia artificial (IA) en América Latina, destacando oportunidades y desafíos para la región. Propone estrategias que posicionen a países como México y Ecuador como líderes en la adopción de IA, centrándose en la educación superior y la investigación. La colaboración regional es clave, especialmente a través de proyectos conjuntos.

El texto subraya la importancia de los marcos de competencias en IA, tanto para docentes como para estudiantes, que incluyen valores como la ética, la agencia humana y el pensamiento crítico. Además, aborda retos estructurales como las brechas tecnológicas, la desigualdad y la fuga de talento, y enfatiza la necesidad de establecer marcos normativos robustos para regular el uso ético y responsable de la IA. El documento presenta una visión para la inclusión

¹ Profesor-Investigador, del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México. Dirige el Laboratorio de Inteligencia Artificial UAM Azcapotzalco

² Profesor Investigador del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

digital, donde las herramientas de IA sean accesibles, culturalmente diversas y diseñadas para reducir inequidades. Se aboga por una estrategia regional que fomente la innovación, la colaboración y la equidad, garantizando que la IA sea una herramienta para el progreso sostenible y humano.

Finalmente, cabe destacar que el desarrollo del capítulo presentado ha sido potenciado de manera experimental y generativa mediante el uso de la IA (GPT-4 Turbo), como parte de los procesos experimentales del laboratorio de IA del Departamento de Administración de la División de Ciencias sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma Metropolitana de la Unidad Azcapotzalco; y que, el proyecto-capítulo ha sido estructuralmente enriquecido desde la experiencia y capacidad humana, integrando además fuentes de información actuales y de orden supranacional.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Inclusión digital, Colaboración regional, Ética en IA, Competencias educativas.

1. EL CONTEXTO LATINOAMERICANO

América Latina enfrenta una serie de desafíos y oportunidades en el desarrollo y adopción de la inteligencia artificial (IA). La región ha avanzado en la implementación de estrategias nacionales, sin embargo, persisten brechas significativas en infraestructura tecnológica, formación de talento humano especializado y disponibilidad de datos. Los países se agrupan en tres categorías según su nivel de desarrollo en IA: “Pioneros”, “Adoptantes” y “Exploradores”. Los pioneros, como Chile, Uruguay y Brasil, destacan por liderar en infraestructura y capacidades de innovación, mientras que los exploradores se encuentran en etapas iniciales de implementación.

Entre los retos más destacados se encuentran la fuga de talento especializado, la desigualdad en el acceso a la tecnología y la falta de estrategias integrales para potenciar el uso ético y equitativo de la IA. A pesar de ello, la región muestra un alto potencial gracias a iniciativas como el proyecto de un *Gran Modelo de Lenguaje Latino* y la creciente inversión en *infraestructura digital*.

El informe **ILIA 2024** enfatiza la importancia de la colaboración regional para superar estas brechas, con un enfoque en gobernanza, investigación y desarrollo, y la inclusión de tecnologías en sectores clave como la educación y el mercado laboral. La implementación de políticas públicas robustas y la promoción de alianzas internacionales son esenciales para que América Latina se posicione como un actor relevante en la revolución de la IA (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Resumen de los principales aspectos del ILIA.

Aspecto	Detalle
Categorías de países	Pioneros, Adoptantes, Exploradores.
Liderazgo regional	Chile, Uruguay y Brasil.
Brechas identificadas	Infraestructura tecnológica, talento humano, y datos accesibles.
Iniciativas clave	Gran Modelo de Lenguaje Latino, inversión en infraestructura digital.
Énfasis del informe	Gobernanza, investigación, desarrollo y uso ético de la IA.
Recomendaciones	Colaboración regional y políticas públicas robustas.

Fuente: Autoría Propia

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE IA EN ECUADOR Y MÉXICO³

2.1 La situación de Ecuador

2.1.1 Fortalezas

1. Desempeño en Investigación (51.76 puntos):

³ Análisis realizado con base en el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA) y generativamente potenciado en su resultado por el uso generativo en IA basado en GPT-4 Turbo.

- Ecuador sobresale en cantidad de publicaciones científicas en IA (74.60 puntos) y cantidad de investigadores activos (86.66 puntos), ambos significativamente superiores al promedio regional.
 - Proporción destacada de autoras en IA (77.71 puntos), evidenciando equidad de género en la investigación.
2. Adopción gubernamental avanzada (85.35 puntos):
 - Puntaje superior al promedio regional, destacando en la implementación de tecnologías en el sector público.
 3. Talento humano avanzado:
 - Buena proporción de licenciados en STEM⁴ (43.68 puntos) y programas de magíster en universidades acreditadas y en rankings QS, situándose por encima de la media regional.
 4. Infraestructura de cómputo adecuada:
 - Capacidad de HPC (15.40 puntos) y cantidad de puntos de intercambio de tráfico (IXP) (40.46 puntos), ambos sobre el promedio regional.

2.1.2 Oportunidades

1. Fortalecer la innovación y desarrollo:
 - Ecuador tiene oportunidad de mejorar sus puntajes en Innovación (24.48) y Desarrollo (7.9), actualmente por debajo de la media regional.
2. Creación de una estrategia nacional de IA:
 - La falta de un marco estratégico y políticas específicas representa un área clave para avanzar en gobernanza.

⁴ Acrónimo que hace referencia a *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

3. Promover mayor participación privada:
 - Fomentar inversión del sector privado en adopción de IA, particularmente en la industria.
4. Aprovechar relaciones internacionales:
 - Incrementar las colaboraciones internacionales con socios como México y Estados Unidos, que ya muestran una influencia creciente en la movilidad de talento.

2.1.3 Debilidades

1. Gobernanza limitada (17 puntos):
 - Falta de visión e institucionalidad (0 puntos) y mecanismos regulatorios robustos.
 - Carencia de estrategias de mitigación de riesgos en el uso de IA.
2. Infraestructura y conectividad rezagadas:
 - Implementación de 5G con un puntaje muy bajo (0.30) y asequibilidad de teléfonos inteligentes (1.77 puntos).
3. Falta de centros de investigación en IA:
 - Ecuador carece de instituciones formalmente establecidas para la investigación aplicada en IA.
4. Baja inversión en I+D (0.44% del PIB):
 - Insuficiente en comparación con el promedio global, limitando el impacto de la investigación.

2.1.4 Amenazas

1. Competencia regional:
 - Países vecinos con mejores puntajes en gobernanza e innovación podrían consolidarse como líderes, relegando a Ecuador.

2. Fuga de talento:
 - Migración de autores hacia países como México y Estados Unidos podría debilitar la base investigativa local.
3. Dependencia tecnológica externa:
 - Rezago en adopción tecnológica por parte del sector privado limita su competitividad.

2.1.5 Conclusión del análisis FODA de Ecuador

Ecuador muestra fortalezas notables en investigación científica y adopción de IA en el sector público. Sin embargo, enfrenta desafíos estructurales en gobernanza, conectividad e inversión en I+D. Para consolidarse como un actor competitivo en la región, el país debe:

1. Diseñar una estrategia nacional de IA que integre visión, regulación y políticas de implementación.
2. Aumentar la inversión en infraestructura y conectividad, especialmente en 5G y dispositivos accesibles.
3. Fortalecer la colaboración público-privada para impulsar la adopción de IA en la industria.
4. Promover el establecimiento de centros de investigación en IA, alineados con las fortalezas en investigación básica.

Estas acciones permitirían a Ecuador aprovechar su potencial y superar las brechas existentes, posicionándolo como un jugador relevante en el ecosistema de inteligencia artificial en América Latina.

2.2 La situación de México

2.2.1 Fortalezas

1. Adopción de IA (94.56 puntos):
 - México lidera en la región gracias a un alto nivel de adopción de IA en el sector industrial (96.28 puntos) y gubernamental (88.84 puntos).

- Sobresale en la fabricación de tecnología de mediana y alta gama y en gobierno digital.
2. Regulación avanzada (69.56 puntos):
 - Notable desempeño en protección de datos (66.86 puntos) y ciberseguridad (84.55 puntos), situándose por encima del promedio regional.
 3. Infraestructura tecnológica (50.96 puntos):
 - Desempeño superior en conectividad e infraestructura de dispositivos, con un nivel de adopción de IPv6 (89.25 puntos) líder en la región.
 4. Innovación y Desarrollo (61.59 puntos):
 - México destaca por inversiones privadas y presencia de empresas unicornio.

2.2.2 Oportunidades

1. Desarrollo de talento especializado:
 - México puede aprovechar su potencial en formación profesional y sus avances en licenciaturas STEM (59.19 puntos).
2. Impulso a la investigación en IA:
 - Existen oportunidades para fortalecer la productividad e impacto en publicaciones de alto nivel.
3. Fomentar colaboraciones internacionales:
 - Participación destacada en organismos internacionales y definición de estándares (75 puntos) abre puertas para alianzas estratégicas.
4. Promoción de áreas estratégicas:
 - Sectores como medicina clínica y economía tienen un gran potencial para expandir el uso de IA.

2.2.3 Debilidades

1. Gobernanza débil (35.87 puntos):
 - Falta de una estrategia nacional de IA, mecanismos de involucramiento de la sociedad civil y una institución coordinadora.
2. Infraestructura de cómputo limitada:
 - Déficit en centros de datos certificados (5.64 puntos) y capacidades de computación de alto rendimiento (10.37 puntos).
3. Fuga de talento especializado:
 - Aceleración en la emigración de investigadores hacia países como Estados Unidos y China.
4. Baja alfabetización en inglés:
 - Una habilidad clave para investigación global que puntúa solo 27.95.

2.2.4 Amenazas

1. Competencia regional creciente:
 - Otros países avanzan más rápido en aspectos de gobernanza y estrategia.
2. Dependencia tecnológica externa:
 - Insuficiencia en producción local de software y hardware clave.
3. Falta de inversión en I+D:
 - México invierte solo el 0.30% del PIB en investigación y desarrollo, por debajo del promedio internacional.

2.2.5 Conclusión del análisis FODA del México

México tiene un ecosistema sólido en adopción de IA, con fortalezas en sectores clave como manufactura y regulación avanzada. Sin embargo, enfrenta retos estructurales en gobernanza, infraestructura de cómputo y retención de talento. Para consolidar su liderazgo regional, México debe:

- Implementar una estrategia nacional de IA que integre a todos los sectores.
- Fortalecer el ecosistema de investigación, aumentando la inversión en I+D y mejorando la productividad de publicaciones.
- Invertir en infraestructura avanzada, como centros de datos y capacidades HPC.
- Retener talento especializado mediante incentivos y mejores condiciones para investigadores.

Estas acciones posicionarían a México como un líder competitivo en IA tanto a nivel regional como internacional.

3. AGENDA DE FORTALECIMIENTO BILATERAL ENTRE ECUADOR Y MÉXICO EN IA GENERATIVA APLICADA A LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El desarrollo de la agenda bilateral que el lector encontrará, ha sido estructurada (a partir de la conveniencia identificada para su comprensión y visualización por los autores) en un formato gráfico y estructural. Dicho marco de planeación, se ha desagregado en: 1) objetivos, 2) categorías y, 3) acciones e indicadores de éxito.

Agenda de Fortalecimiento Bilateral entre Ecuador y México en IA Generativa aplicada a la Educación Superior

Objetivo 1: Crear un ecosistema binacional de investigación en IA generativa para la educación superior.

< Fortalecimiento de la Investigación Científica	Acciones	Publicaciones conjuntas: Promover la colaboración entre investigadores ecuatorianos (74.60 puntos en publicaciones científicas) y mexicanos para generar estudios aplicados a la personalización del aprendizaje, desarrollo de currículos y análisis de datos educativos.	Red de centros de investigación: Aprovechar el desempeño investigativo de Ecuador y fortalecer la infraestructura de investigación aplicada en México mediante la creación de un centro binacional de IA educativa.
		Eventos académicos: Organizar conferencias conjuntas sobre IA generativa aplicada a la educación superior, con la participación de universidades de ambos países.	

Objetivo 2: Incrementar la formación de especialistas en IA generativa en áreas de educación superior.

< Desarrollo de talento humano	Acciones	Programas académicos bilaterales: Diseñar maestrías y doctorados binacionales en IA generativa, aprovechando la experiencia de Ecuador en programas de STEM y las capacidades mexicanas en adopción de tecnologías avanzadas.	Becas para mujeres investigadoras: Apoyar la inclusión de mujeres en la investigación de IA, capitalizando la alta proporción de autoras en Ecuador (77.71 puntos).
		Cursos en línea: Crear módulos abiertos sobre aplicaciones de IA generativa en educación, utilizando herramientas multilingües y accesibles para ambas poblaciones estudiantiles.	

Objetivo 3: Asegurar la disponibilidad de recursos tecnológicos para el desarrollo de IA generativa en universidades.

< Infraestructura Tecnológica Compartida	Acciones	Infraestructura de cómputo: Aprovechar la infraestructura avanzada de México (50.96 puntos) y las capacidades de HPC de Ecuador para construir una plataforma compartida de datos educativos.	Proyectos piloto: Implementar proyectos de adopción tecnológica en universidades públicas, integrando IA generativa para personalizar la enseñanza y facilitar la evaluación.
		Conectividad y accesibilidad: Colaborar para mejorar la conectividad en Ecuador (5G y asequibilidad de dispositivos) y expandir su uso educativo	

Objetivo 4: Crear marcos normativos conjuntos para el uso ético y regulado de la IA generativa en la educación superior.

< Gobernanza y Regulación	Acciones	Estrategia conjunta: Diseñar una política binacional que garantice la transparencia, ética y protección de datos en el uso de IA generativa para educación.	Observatorio de IA educativa: Monitorear el impacto de estas tecnologías en las universidades y proponer ajustes normativos basados en las experiencias de ambos países.
		Colaboración internacional: Participar juntos en organismos globales de estándares en IA para posicionar a la región como líder en aplicaciones educativas.	

Objetivo 5: Incentivar la participación de empresas tecnológicas en proyectos de IA generativa aplicada a la educación.

< Promoción del sector privado	Acciones	Fondo de inversión binacional: Financiar startups y soluciones tecnológicas que desarrollen herramientas de IA generativa aplicadas a la enseñanza.	Alianzas público-privadas: Establecer colaboraciones entre universidades y empresas de ambos países para innovar en herramientas educativas basadas en IA.
		Eventos empresariales conjuntos: Organizar ferias tecnológicas para conectar a empresas, universidades y startups interesadas en IA generativa.	

4. SOBRE LOS PILARES EN LA EDUCACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR

El avance de la IA generativa⁵ y su aplicación en la educación y la investigación representan una revolución para los sistemas educativos. Según la Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación (2024), se identifican pilares fundamentales que deben orientar el desarrollo y la implementación de estas tecnologías, asegurando que sean inclusivas, éticas y centradas en el ser humano.

4.1. Pilar 1 en educación. Acceso equitativo y diversidad

Uno de los pilares fundamentales se edifica en la necesidad de garantizar el acceso equitativo a la educación mediante herramientas de IA. La IA generativa tiene el potencial de personalizar los procesos educativos, adaptándolos a las necesidades específicas de los estudiantes, independientemente de su ubicación geográfica o condición socioeconómica. En específico en este rubro, se destacan los siguientes aspectos

- Educación inclusiva: Las herramientas basadas en IA deben considerar la diversidad cultural y lingüística, desarrollando plataformas que soporten múltiples idiomas y contextos.
- Reducción de brechas: Implementar soluciones que ofrezcan recursos educativos accesibles a comunidades rurales y desatendidas, asegurando que todos los estudiantes tengan oportunidades equivalentes.

4.2. Pilar 2 en educación. Integración ética de la IA en los procesos educativos

El uso de IA generativa plantea preguntas importantes sobre la privacidad de datos, el sesgo algorítmico y la transparencia, en estos ámbitos de acción se edifican los siguientes apartados.

- Protección de datos: Los sistemas educativos deben garantizar que la información personal de los estudiantes esté protegida, promoviendo marcos normativos robustos.

⁵ IA utilizada para la creación de contenido.

- **Desarrollo de habilidades digitales:** Es fundamental que los docentes y estudiantes adquieran competencias digitales necesarias para interactuar con herramientas de IA de manera ética y segura.

4.3. Pilar 3 en educación. Innovación en metodologías de enseñanza

La IA generativa puede transformar los enfoques pedagógicos, introduciendo modelos de aprendizaje adaptativo y herramientas creativas para el desarrollo del pensamiento crítico, específicamente en:

- **Aprendizaje adaptativo:** Diseño de currículos personalizados que ajusten el ritmo y contenido según las necesidades del estudiante.
- **Colaboración humano-máquina:** Implementación de plataformas que faciliten la co-creación de contenidos entre estudiantes, docentes y sistemas de IA.

4.4. Pilar 1 en investigación. Fomento de colaboraciones interdisciplinarias.

Es esencial destacar la importancia de promover la colaboración entre disciplinas para abordar los retos complejos que plantea la IA generativa, ello puede abordarse desde dos ejes primordiales:

- **Convergencia disciplinaria:** Reunión de expertos en tecnología, educación, ética y políticas públicas para desarrollar soluciones integrales.
- **Redes internacionales:** Participación en consorcios globales que permitan la transferencia de conocimiento y la creación de estándares comunes.

4.5. Pilar 2 en investigación. Infraestructura para la investigación en IA

La disponibilidad de infraestructura tecnológica es esencial para avanzar en la investigación aplicada, desde la integración de los siguientes elementos.

- **Acceso a datos de calidad:** Creación de repositorios abiertos que faciliten el entrenamiento y evaluación de modelos generativos.

- Centros de investigación especializados: Establecimiento de instalaciones dedicadas a la experimentación con IA generativa en contextos educativos.

4.6. Pilar 3 en investigación. Ética y regulación en la investigación

El desarrollo de IA generativa debe estar guiado por principios éticos que prioricen el bienestar humano, con énfasis en:

- Evitar sesgos algorítmicos: Diseño de sistemas que reduzcan la discriminación y promuevan la equidad.
- Transparencia: Publicación de los resultados de la investigación y de las metodologías empleadas para garantizar la replicabilidad y confianza pública.

En conclusión, los pilares definidos con anterioridad destacan la importancia de adoptar un enfoque integral en la educación y la investigación con IA generativa. La inclusión, la ética y la innovación son aspectos centrales que deben guiar las políticas públicas y los esfuerzos institucionales. Al promover colaboraciones interdisciplinarias y desarrollar infraestructura adecuada, se pueden maximizar los beneficios de la IA generativa, garantizando que estas tecnologías transformen positivamente los sistemas educativos y de investigación.

5. MARCO DE COMPETENCIA DE IA PARA PROFESORAS Y PROFESORES

A partir del documento “*AI Competency Framework for Teachers*” de la UNESCO (2024) se expone un marco integral para preparar a las y los docentes en el uso ético y efectivo de la IA en la educación. Este marco responde a las crecientes implicaciones de la IA en el aprendizaje y la enseñanza, destacando la necesidad de redefinir las competencias de las maestras y los maestros en un entorno educativo impulsado por tecnologías avanzadas. La UNESCO propone un enfoque centrado en el ser humano, alineado con la Agenda de Educación 2030 y con énfasis en la inclusión, la equidad y la sostenibilidad.

5.1 Principios clave del marco de competencias de IA para las y los profesores.

5.1.1 Inclusión digital y equidad

El estudio señalado por la UNESCO (2024) enfatiza la importancia de garantizar futuros digitales inclusivos en la era de la IA. Las profesoras y los profesores son vistas y vistos como mediadoras y mediadores clave para equilibrar las relaciones entre humanos y tecnología, asegurando que la IA beneficie al alumnado, independientemente de su género, etnia o estatus socioeconómico. Se destacan los siguientes principios:

- *Debunking AI hype*: La IA debe diseñarse de forma ética, promoviendo capacidades humanas y protegiendo los derechos humanos.
- Protección de valores sociales: Los docentes deben fomentar la empatía, la justicia y la cohesión social en entornos educativos mediados por IA.
- Diversidad cultural: La IA debe respetar y preservar los conocimientos indígenas y la pluralidad lingüística.

5.1.2 Enfoque centrado en el ser humano

La IA en la educación debe estar al servicio del desarrollo humano y la sostenibilidad. Esto implica:

- Diseño y uso de la IA bajo principios de responsabilidad humana.
- Garantía de que la IA sea explicable, segura y no cause daño.
- Regulación y supervisión de la IA para mantener el control humano.

5.1.3 Redefinición de roles docentes

El marco de referencia de la UNESCO (2024) propone un replanteamiento continuo de los roles de los docentes en un contexto de aprendizaje mediado por IA. Esto incluye:

- Capacitación para que los docentes sean guías en entornos de interacción humano-IA.

- Creación de programas de desarrollo profesional para prepararlos frente a las nuevas competencias necesarias.
- Protección de los derechos de los docentes y garantía de acceso inclusivo a herramientas tecnológicas.

5.1.4 Sostenibilidad y confianza en la IA

El documento en estudio presentado con anterioridad, subraya que las herramientas de IA deben ser evaluadas rigurosamente antes de su adopción a gran escala, atendiendo a los principios de “no causar daño” y sostenibilidad ambiental. Además, promueve la validación de herramientas confiables que respeten la privacidad de los estudiantes y su utilidad pedagógica.

5.2. Dimensiones y niveles de competencia

El marco de competencia de IA para profesoras y profesores presenta cinco dimensiones principales y tres niveles de progresión:

- Dimensiones de competencia
 1. Mentalidad centrada en el ser humano: Promover valores que prioricen la agencia humana y la responsabilidad social.
 2. Ética de la IA: Comprensión de principios éticos y regulaciones aplicables.
 3. Fundamentos y aplicaciones de la IA: Conocimiento conceptual y habilidades operativas para usar herramientas de IA.
 4. Pedagogía asistida por IA: Integración de herramientas de IA en estrategias pedagógicas efectivas.
 5. Desarrollo profesional con IA: Uso de la IA para el aprendizaje y crecimiento profesional continuo.

5.2.2 Niveles de progresión

1. Adquirir: Competencias básicas para reconocer y utilizar herramientas de IA de manera segura.

2. **Profundizar:** Habilidades intermedias para diseñar estrategias pedagógicas integradas con IA.
3. **Crear:** Competencias avanzadas para configurar sistemas de IA y fomentar innovación educativa.

5.3 Implementación y estrategias

El documento y su análisis tomado como base para este apartado y presentado en párrafos anteriores, ofrece recomendaciones para implementar el marco de competencias, éstas son las siguientes:

- Diseñar programas de formación específicos que aborden las necesidades locales.
- Crear herramientas de evaluación que midan el impacto de las competencias adquiridas.
- Fomentar comunidades de aprendizaje profesional que apoyen el desarrollo continuo.

5.4 Conclusiones en atención al marco de competencia de IA para profesoras y profesores

El marco de competencias en IA para docentes propuesto por UNESCO (2024) es una guía crucial para enfrentar los retos y oportunidades que la IA presenta en la educación. Su énfasis en la inclusión, la ética y el desarrollo humano asegura que la IA se utilice como una herramienta para enriquecer el aprendizaje y fortalecer los sistemas educativos, siempre manteniendo a los docentes y estudiantes en el centro del proceso.

6. MARCO DE COMPETENCIAS DE IA PARA ESTUDIANTES

A partir del documento “*AI Competency Framework for Students*” desarrollado por la UNESCO (2004) se define un marco global para guiar a los sistemas educativos en la formación de estudiantes con competencias éticas y técnicas en IA. Este marco tiene como objetivo preparar a las y a los los estudiantes para interactuar con la IA de manera responsable, efectiva y creativa, así

como contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles y centradas en el ser humano. La iniciativa busca promover ciudadanos conscientes que puedan influir en el futuro de la IA, alineado con principios de justicia social, equidad y sostenibilidad ambiental. }

6.1 Principios clave del marco de competencias de IA para las y los estudiantes

6.1.1 Fomentar un enfoque crítico hacia la IA

El análisis desarrollado por la UNESCO (2004) destaca la importancia de desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes para que puedan analizar y juzgar el impacto de la IA en la sociedad. En el estudio se define que las y los estudiantes deben:

- Evaluar la proporcionalidad y ética de las aplicaciones de IA.
- Comprender los riesgos ambientales asociados al entrenamiento de modelos de IA.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales y económicas de su uso.

6.1.2 Priorización de la interacción centrada en el ser humano

La IA debe servir para potenciar la agencia humana y proteger la dignidad. En este rubro, las y los estudiantes deben:

- Aprender sobre el control humano en el diseño y uso de sistemas de IA.
- Desarrollar habilidades para identificar riesgos como la dependencia excesiva de la tecnología.

6.1.3 Sostenibilidad ambiental

El marco de referencia, subraya la necesidad de formar estudiantes conscientes del impacto ambiental de la IA y capaces de diseñar soluciones más sostenibles. Esto incluye:

- Identificar los efectos negativos de los sistemas de IA en el cambio climático.
- Proponer y aplicar estrategias para mitigar estos impactos.

6.1.4 Inclusividad en el desarrollo de competencias

Particularmente en este ámbito, se busca garantizar que todas las estudiantes y todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico o cultural, tengan acceso a entornos de aprendizaje adecuados. Esto incluye:

- Diseñar herramientas de IA inclusivas.
- Reducir brechas tecnológicas y promover la diversidad lingüística y cultural.

6.1.5 Construcción de competencias fundamentales para el aprendizaje continuo

El marco enfatiza el desarrollo de competencias básicas y avanzadas que permitan a las y a los estudiantes adaptarse a las tecnologías emergentes. Esto incluye:

- Promover valores éticos como la no discriminación y la transparencia.
- Desarrollar habilidades para diseñar y optimizar herramientas de IA centradas en el ser humano.

6. 2 Estructura del marco de competencias de IA para las y los estudiantes

6.2.1 Aspectos y niveles de progreso

El marco se organiza en cuatro dimensiones principales:

1. Mentalidad centrada en el ser humano: Valores y habilidades críticas para examinar el uso de la IA.
2. Ética de la IA: Comprensión de principios éticos y su aplicación.

3. Técnicas y aplicaciones de la IA: Conocimiento conceptual y habilidades operativas.
4. Diseño de sistemas de IA: Competencias para crear soluciones tecnológicas sostenibles.

Estos aspectos se desarrollan a través de tres niveles progresivos:

- Comprender: Fomentar conocimientos básicos sobre la IA y sus implicaciones.
 - Aplicar: Transferir habilidades a contextos más complejos.
 - Crear: Diseñar y optimizar sistemas de IA que aborden retos del mundo real
- 6.3.1 Bloques de competencias
- El marco especifica 12 bloques de competencias interconectados que abarcan:
 - La agencia humana y la responsabilidad.
 - La aplicación segura y responsable de la IA.
 - El diseño iterativo de sistemas de IA.

6.4 Aplicación del marco de competencias de IA para las y los estudiantes

El documento sugiere estrategias para implementar el marco a nivel local y nacional:

- Integración curricular: Adaptar las competencias al nivel de preparación de cada sistema educativo.
- Diseño pedagógico: Incorporar metodologías ágiles y colaborativas.
- Evaluación continua: Establecer criterios claros para medir el progreso de los estudiantes.

6.5 Conclusiones en atención al marco de competencias de IA para las y los estudiantes

El “*AI Competency Framework for Students*” de la UNESCO (2024) es una guía integral para formar ciudadanos responsables y creativos en la era de la

IA. Su enfoque ético, inclusivo y centrado en la sostenibilidad asegura que los estudiantes no solo sean usuarios conscientes, sino también co-creadores de tecnologías que promuevan un futuro más justo y equilibrado.

7. DE LAS PERSONAS A CARGO DE FORMULAR POLÍTICAS EN IA Y EDUCACIÓN

Tomando como base el documento “Inteligencia Artificial y Educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas” (2024) de la UNESCO, se reconoce la visión prescrita para definir una orientación integral para los responsables de políticas sobre el impacto, los beneficios y los desafíos de la IA en el ámbito educativo. El enfoque principal es garantizar que la IA se utilice como una herramienta para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 4, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad.

7.1 Principales implicancias de la IA en la educación

7.1.1 Beneficios potenciales de la IA en la educación

El documento señalado anteriormente basado en la guía para las personas a cargo de formular políticas en IA y educación, identifica varias áreas donde la IA puede transformar la educación:

- **Personalización del aprendizaje:** La IA permite adaptar contenidos educativos a las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando su experiencia de aprendizaje.
- **Gestiones administrativas:** Herramientas impulsadas por IA pueden optimizar tareas administrativas como la gestión de matrículas y el seguimiento del progreso estudiantil.
- **Capacitación de docentes:** Los sistemas basados en IA pueden proporcionar retroalimentación y apoyo a los docentes, ayudándolos a mejorar sus prácticas pedagógicas.

- Acceso a recursos educativos: La IA puede facilitar el acceso a materiales de aprendizaje en diversos idiomas y formatos, promoviendo la inclusión y la equidad.

7.1.2 Retos y riesgos asociados

Junto con los beneficios, el documento destaca varios riesgos potenciales:

- Desigualdades tecnológicas: La falta de acceso a tecnología en comunidades marginadas puede ampliar las brechas educativas.
- Sesgos algorítmicos: Los modelos de IA pueden perpetuar o incluso exacerbar desigualdades existentes si no se diseñan y supervisan adecuadamente.
- Privacidad y seguridad de datos: El manejo de grandes volúmenes de datos educativos plantea preocupaciones sobre la protección de la información personal de estudiantes y docentes.

7.2 Pilares de políticas recomendadas en IA y educación

7.2.1 Uso inclusivo y equitativo de la IA

Es fundamental garantizar que la IA beneficie a todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico o geográfico. Esto incluye:

- Diseñar sistemas de IA accesibles y adaptables para estudiantes con necesidades especiales.
- Reducir las brechas tecnológicas mediante la inversión en infraestructura y formación digital.

7.2.2 Regulación ética y gobernanza

- El desarrollo de marcos éticos y normativos es esencial para garantizar el uso responsable de la IA en la educación. Se recomienda:
- Establecer estándares éticos para el diseño y uso de herramientas de IA.

- Crear mecanismos de supervisión para mitigar riesgos como la discriminación algorítmica y las violaciones de privacidad.

7.2.3 Fomento de competencias en IA

El documento subraya la importancia de preparar a estudiantes y docentes para un mundo mediado por IA. Esto incluye:

- Incorporar competencias en IA y alfabetización digital en los currículos educativos.
- Desarrollar programas de formación continua para docentes que los capaciten en el uso efectivo de herramientas de IA.

7.3. Recomendaciones para la implementación de políticas en IA y educación

El documento referenciado para este rubro, propone un enfoque integral para integrar la IA en los sistemas educativos:

- Planificación intersectorial: Promover la colaboración entre sectores públicos, privados y educativos para diseñar e implementar soluciones basadas en IA.
- Pruebas piloto y monitoreo: Realizar programas piloto para evaluar el impacto de la IA antes de su implementación a gran escala.
- Financiación sostenible: Garantizar recursos financieros suficientes para el desarrollo y mantenimiento de infraestructuras tecnológicas.
- Cooperación internacional: Fomentar alianzas globales para compartir mejores prácticas y estandarizar el uso de la IA en la educación.

7.4 Conclusiones en atención al marco y guía para las personas a cargo de formular políticas en IA y educación

La aplicación de la IA en la educación tiene un potencial significativo para transformar la manera en que aprendemos y enseñamos. Sin embargo, su implementación debe ser cuidadosa, ética e inclusiva. Los responsables de políticas tienen un papel crucial en garantizar que la IA contribuya al logro del ODS 4, promoviendo una educación de calidad para todos y mitigando

los riesgos asociados a su uso. Al abordar los retos y aprovechar las oportunidades, la IA puede convertirse en un motor clave para un futuro educativo más equitativo y sostenible.

8. REFLEXIONES FINALES

El documento plantea una reflexión profunda sobre el futuro de la IA en América Latina, resaltando que el verdadero potencial de esta tecnología radica en su capacidad para abordar las desigualdades históricas y fomentar una colaboración inclusiva entre países. México y Ecuador emergen como actores clave para liderar un cambio estructural que aproveche las oportunidades de la IA, especialmente en educación e investigación.

Un aspecto central es la necesidad de adoptar marcos de competencias en IA que preparen tanto a docentes como a estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las ventajas de esta tecnología. Los docentes, como mediadores del conocimiento, deben ser equipados con habilidades en ética, regulación y pedagogía asistida por IA. Por otro lado, los estudiantes deben desarrollar pensamiento crítico, agencia humana y capacidad para diseñar soluciones tecnológicas adaptadas a sus contextos.

Otro punto relevante es el llamado a la acción para reducir las brechas tecnológicas y sociales. La IA no debe ser solo una herramienta para los privilegiados, sino una fuerza democratizadora que amplíe el acceso a la educación y mejore la calidad de vida de las comunidades más vulnerables. Esto implica diseñar herramientas inclusivas que respeten la diversidad cultural y lingüística de la región.

Finalmente, el éxito en la adopción de la IA en América Latina dependerá de la gobernanza ética y la colaboración regional. Proyectos conjuntos como el “Gran Modelo de Lenguaje Latino” y la creación de infraestructuras tecnológicas compartidas son pasos esenciales para posicionar a la región en el panorama global. Al garantizar que el desarrollo tecnológico esté alineado con principios éticos, inclusivos y sostenibles, la IA puede convertirse en una herramienta transformadora para el progreso humano y el desarrollo equitativo.

9. BIBLIOGRAFÍA

Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA). (2023). Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial 2024 (ILIA). Santiago, Chile: CENIA.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2021). Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas. UNESCO. ISBN: 978-92-3-300165-7. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>

UNESCO. (2024). *AI competency framework for students*. París, Francia: UNESCO. ISBN: 978-92-3-100709-5. Recuperado de <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>

UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. Paris, France: UNESCO. ISBN: 978-92-3-100707-1. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>

UNESCO. (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. París,

Francia: UNESCO. ISBN: 978-92-3-300221-0. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227>

CAPÍTULO XV

LA COINTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA INTELIGENCIA EMOCIONAL EN AMÉRICA LATINA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO¹
YADIRA ZAVALA OSORIO²

RESUMEN

La Inteligencia Emocional Artificial (IEA) se ha consolidado como un campo emergente dentro de la Inteligencia Artificial (IA), enfocándose en dotar a los sistemas computacionales de la capacidad para reconocer, interpretar y responder a emociones humanas. Mediante tecnologías como el análisis facial, procesamiento de voz y sensores biométricos, la IEA busca emular la inteligencia emocional humana, ofreciendo interacciones más empáticas y personalizadas.

En América Latina, la IEA presenta desafíos y oportunidades únicos debido a la diversidad cultural, las desigualdades económicas y la infraestructura tecnológica limitada. Mientras que las expresiones emocionales varían significativamente en la región, factores como el acceso desigual a internet y la falta de regulación en la recopilación de datos emocionales dificultan su implementación. No obstante, el crecimiento del sector tecnológico en ciudades clave y la necesidad de herramientas inclusivas para mejorar la educación y la salud mental subrayan el potencial transformador de la IEA en la región.

¹ Profesor Visitante, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

² Profesora Investigadora del Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

El capítulo analiza los fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas de la IEA. Se abordan desafíos éticos, como el riesgo de sesgos algorítmicos y la privacidad de los datos emocionales, así como la necesidad de desarrollar sistemas culturalmente adaptativos.

Finalmente, se plantea una visión prospectiva en la que la colaboración entre gobiernos, empresas y organizaciones internacionales será esencial para integrar la IEA de manera ética, sostenible e inclusiva, posicionándola como una herramienta clave para abordar los desafíos sociales y fomentar el desarrollo en América Latina.

Palabras clave: Inteligencia artificial, emociones, computación afectiva.

ABSTRACT

The field of Artificial Emotional Intelligence (AEI) has emerged as a significant domain within the broader context of Artificial Intelligence (AI). AEI aims to develop computational systems capable of recognizing, interpreting, and responding to human emotions. AEI utilizes technologies such as facial analysis, voice processing, and biometric sensors to emulate human emotional intelligence, providing more empathetic and personalized interactions.

The implementation of emotional computing in Latin America presents a multifaceted landscape, characterized by cultural diversity, economic disparities, and inadequate technological infrastructure. The region's diverse emotional expressions, accentuated by discrepancies in internet access and a lack of regulatory frameworks for emotional data collection, impede the integration of emotional computing technologies. However, the proliferation of the technology sector in prominent cities, coupled with the necessity for inclusive educational and mental health tools, underscores a significant untapped potential for emotional computing to drive transformation in Latin America.

This chapter explores the theoretical frameworks and practical applications of IEA, addressing ethical challenges such as the risk of algorithmic bias and the privacy of emotional data. It additionally emphasizes the importance of developing culturally adaptive systems. Besides, it concludes with

a prospective vision, proposing a collaborative approach between governments, companies, and international organizations as a means to integrate AI in an ethical, sustainable, and inclusive manner. This collaborative effort is positioned as a key strategy to address social challenges and promote development in Latin America.

Keywords: Artificial intelligence, emotions, affective computing.

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de dos décadas, el acelerado desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) y su incorporación en diversas actividades de la vida humana han transformado la forma en cómo los seres humanos aprenden y se desarrollan (White y Katsuno, 2022; Chen, *et al.*, 2024; Kaur y Sharma, 2021; Assunção, Patrão, Castelo-Branco y Menezes; 2022).

En ese sentido, la IA Generativa (Redes Generativas Antagónicas, Autoencoders Variacionales, Redes Neuronales Recurrentes y Transformadores) ha impactado profundamente en el comportamiento de los individuos al combinar el aprendizaje, la percepción y el procesamiento del lenguaje natural (Raj, 2024; Sakhi, Mansour y Sekkaki, 2024).

El desempeño de este conjunto de atributos ha propiciado que el ser humano experimente momentos emotivos al interactuar con dispositivos informáticos, es decir, se presenta una especie de empatía hombre-máquina donde se reconocen las emociones humanas (Schuller y Schuller, 2018; Krakovsky, 2018; Prentice, *et al.*, 2020).

La Inteligencia Emocional Artificial (IEA) es un campo de la IA que se enfoca en dotar a los sistemas computacionales de la capacidad de reconocer, interpretar, procesar y responder a las emociones humanas. Este tipo de inteligencia busca replicar aspectos clave de la inteligencia emocional humana, integrando tecnologías como el análisis facial, el procesamiento de voz, el lenguaje natural y datos fisiológicos para comprender el estado emocional de las personas y adaptar sus interacciones en consecuencia (Singh, Rai, Pandey y Saxena, 2024).

La identificación de las emociones humanas, mediante el uso de la IA, permite la detección de siete expresiones faciales (felicidad, enojo, sorpresa, disgusto, miedo y neutralidad), la interpretación del lenguaje no verbal y el reconocimiento de patrones de comportamiento (Khare, *et al.*, 2024). Asimismo, el objetivo de la IEA no es solo mejorar la interacción humano-máquina, sino también ofrecer respuestas más empáticas y personalizadas en diversas aplicaciones como la atención al cliente, la educación, la salud mental y el entretenimiento.

Para la detección de los cambios en las emociones se utilizan una serie de algoritmos (aprendizaje profundo, lenguaje natural y redes neuronales) y técnicas (reconocimiento facial mediante redes neuronales convolucionales, procesamiento de señales de audio utilizando transformadores de Fourier, análisis de sentimientos y extracción de palabras clave emocionales, sensores biométricos, entre otros) con el propósito de garantizar una tasa de precisión muy elevada.

De esta manera, la IEA amplía las capacidades de los sistemas de IA, permitiéndoles interactuar de manera más empática, personalizada y efectiva con los seres humanos al mejorar su interacción humano-máquina, generando empatía, apoyando en el manejo de las emociones y creando experiencias más incluyentes. Esto la convierte en un campo innovador que busca emular la capacidad humana de reconocer, interpretar y responder a emociones.

Por otra parte, América Latina, con su rica diversidad cultural y lingüística, representa un escenario único para explorar la implementación de la IEA. En esta región, las emociones y las relaciones interpersonales desempeñan un papel fundamental en los contextos sociales y profesionales, lo que plantea tanto desafíos como oportunidades para el desarrollo de esta tecnología.

Por un lado, las expresiones emocionales y los códigos culturales varían significativamente entre países, regiones e incluso comunidades, lo que exige adaptar los sistemas de IEA para interpretar adecuadamente estas diferencias. Por otro lado, la región enfrenta limitaciones importantes, como desigualdades económicas, infraestructura tecnológica insuficiente y una falta de acceso equitativo a los avances digitales.

No obstante, América Latina también cuenta con fortalezas que pueden posicionarla como un laboratorio ideal para innovaciones en IEA. El crecimiento del sector tecnológico en ciudades como São Paulo, Ciudad de Mé-

xico y Bogotá, junto con el surgimiento de startups que exploran la inteligencia artificial aplicada a problemas locales, crea un entorno favorable para experimentar y desarrollar soluciones específicas para la región. Además, la creciente necesidad de herramientas que fomenten la inclusión, la educación emocional y el bienestar mental subraya la relevancia de la IEA como una herramienta para atender desafíos sociales críticos.

En este capítulo, se propone analizar de manera integral la Inteligencia Emocional Artificial en el contexto latinoamericano, abordando sus fundamentos teóricos, sus aplicaciones prácticas y los retos asociados a su implementación. En primer lugar, se explorará el concepto de IEA, destacando sus diferencias y similitudes con la inteligencia emocional humana.

Posteriormente, se examinarán las principales áreas de oportunidad, como la educación, la salud mental y los servicios al cliente, en las que la IEA puede ofrecer un impacto transformador. Asimismo, se reflexionará sobre los desafíos éticos, culturales y tecnológicos que plantea su desarrollo, tales como la protección de datos emocionales, el riesgo de sesgos algorítmicos y la adaptación a contextos multiculturales.

Finalmente, el capítulo ofrecerá una visión prospectiva sobre el futuro de la IEA en América Latina, destacando cómo la colaboración entre gobiernos, empresas, instituciones académicas y organizaciones internacionales puede catalizar su desarrollo de manera sostenible e inclusiva. La IEA no solo representa un avance tecnológico, sino también un vehículo para reflexionar sobre el papel de las emociones en nuestra sociedad y cómo podemos integrar la tecnología en nuestras vidas sin perder de vista la humanidad que nos define.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Aunque se han realizado algunos estudios sobre el impacto de la IEA en los últimos años, estos se han centrado en el análisis de las expresiones faciales (Khare, *et al.*, 2024), el reconocimiento de la voz (Wu, *et al.*, 2024), en la detección de las emociones en la escritura (Berrami *et al.*, 2024), en la interacción usuario-máquina (Crowder y Carbone, 2023), en el impacto emocional en el trabajo (Zielonka, *et al.*, 2022) y en sus aplicaciones en diferentes industrias (Ali, *et al.*, 2023).

Dichos estudios han aportado elementos teóricos-metodológicos para el surgimiento de los sistemas informáticos afectivos (Afzal, *et al.*, 2024), la informática conductual (Zhou, *et al.*, 2024) y el aprendizaje automático de las emociones (Al-Saadawi, *et al.*, 2024). Bajo estos campos de conocimiento, se han generado algunas interrogantes sobre el modelado de la IEA, el reconocimiento y manejo de las emociones mediante la IA, la integración de la empatía en el aprendizaje profundo y la cointegración IA-Inteligencia Emocional.

EMOCIONES Y PROCESOS COGNITIVOS

El procesamiento de las emociones humanas es un fenómeno complejo y multidimensional, en el cual la amígdala desempeña un papel crucial. Esto se debe a su integración en el cerebro, manteniendo conexiones tanto directas como indirectas con diferentes componentes del sistema límbico (Phelps y LeDoux, 2005).

La amígdala participa en diversos procesos neuronales, como el análisis de datos básicos a través del tálamo, la identificación de objetos mediante la corteza y la interpretación de contextos con la ayuda del hipocampo (Baxter y Croxson, 2012). Por ello, tiene la capacidad de evaluar estímulos externos provenientes del entorno, enfocando la atención en características emocionalmente relevantes, las cuales contribuyen al desarrollo del aprendizaje emocional (Izard, 2013; Phelps y LeDoux, 2005).

Por lo tanto, es probable que la amígdala sea la encargada de almacenar patrones de respuesta ante estímulos emocionales, además de participar en la formación de la memoria declarativa (recuerdos conscientes). Asimismo, contribuye a la activación emocional que desencadena la liberación de norepinefrina, un neuromodulador que mejora la memoria y permite al ser humano reconocer sus emociones a nivel neuronal (Šimić, *et al.*, 2021; Gothard y Fuglevand, 2022; Rolls, *et al.*, 2023).

Para comprender y reproducir este proceso, se han construido diversos modelos bajo diferentes enfoques disciplinares. Desde la psicología (clínica y social) y la cibernética se ha modelizado a través de las diferentes dimensiones cognitivas y sus procesos. En consecuencia, los enfoques categoricos discretos de las emociones (ira, disgusto, miedo, alegría, tristeza y sorpresa)

propuestos por Ekman (1992) intentaron simplificar la naturaleza y complejidad de estos procesos.

Ekman (1992) propuso que las emociones básicas tienen una base biológica y evolucionaron como mecanismos de adaptación. Estas emociones permiten a los seres humanos responder rápidamente a situaciones críticas para su supervivencia. Por tanto, las emociones son universales, innatas y compartidas por todos los seres humanos, independientemente de su cultura.

INTELIGENCIA EMOCIONAL

Beldoch (1964) abordó el estudio de las emociones desde la perspectiva de la psicología social, introduciendo el concepto de “Inteligencia Emocional” (IEM), el cual fue popularizado por Goleman (2015). Dicho concepto se refiere a la capacidad humana para observar, regular y diferenciar tanto las emociones propias como las de los demás. Este enfoque resalta la habilidad innata de los individuos para comprender e interpretar los estados emocionales con el fin de influir en el pensamiento y la conducta, en línea con las interpretaciones posteriores de Caruso y Salovey (2004), así como de Goleman y Boyatzis (2017).

La IEM facilita la regulación de las emociones y permite afrontar con mayor eficacia diversas situaciones, dado que no todas las personas logran gestionar sus emociones de manera exitosa (Goleman, 2015; Alzoubi y Aziz, 2021). En este sentido, la IEM integra atributos como el optimismo, el autocontrol y los valores morales (Goleman, 2015). Por ello, está estrechamente relacionada con la habilidad de comprenderse a sí mismo y a los demás, de comunicarse eficazmente y de adaptarse al entorno. Este proceso implica que la información emocional percibida sea procesada cognitivamente y emocionalmente (Miao *et al.*, 2021).

Asimismo, la IEM establece una conexión entre la lógica y los sentimientos, las emociones y la inteligencia, así como entre la intuición y el razonamiento (Krén, *et al.*, 2021; Bru-Luna, *et al.*, 2021). Estas interacciones se materializan a través de cuatro habilidades fundamentales que influyen en las relaciones sociales y en el establecimiento de vínculos afectivos entre los individuos: manejo, identificación, disposición y comprensión de las emociones.

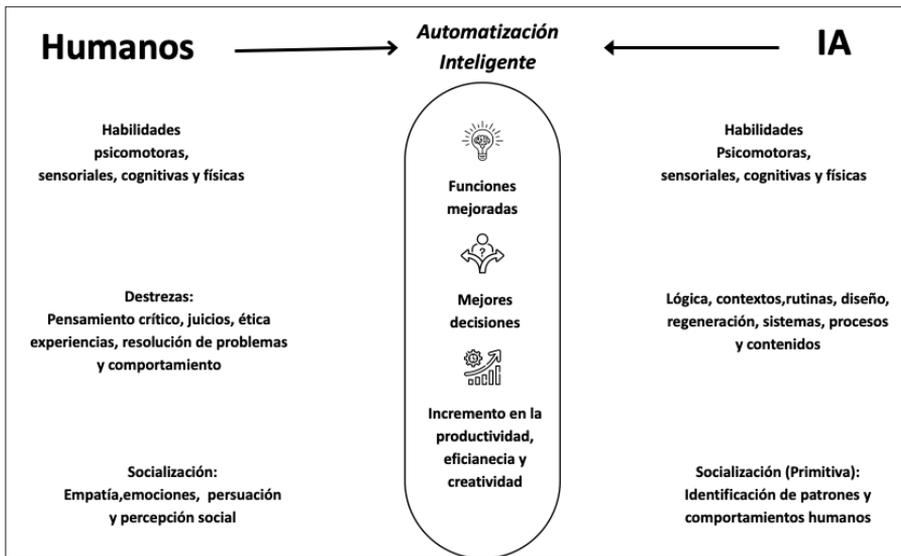
Desde la cibernética, se podrían considerar las emociones humanas como ruido en la comunicación óptima o en la planificación y la toma de decisiones. Sin embargo, las emociones forman una parte crucial del comportamiento inteligente y desempeñan un papel clave en una serie de procesos cognitivos, perceptivos y corporales, según los hallazgos psicológicos y neurocientíficos (Schuller y Schuller, 2018).

Desde la perspectiva de la cibernética, las emociones humanas podrían interpretarse como interferencias en la comunicación asertiva, así como en los procesos de planeación y toma de decisiones. No obstante, investigaciones psicológicas y neurocientíficas han demostrado que las emociones constituyen un componente esencial del comportamiento inteligente, desempeñando un papel fundamental en diversos procesos cognitivos, perceptivos y corporales (Schuller y Schuller, 2018).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EMOCIONES

En consecuencia, la reproducción de los procesos cognitivos en la inteligencia artificial (IA) requiere la modelación y la integración de las emociones, incluyendo aspectos como su regulación, evaluación e intencionalidad. Este enfoque probablemente impacte tanto en las funciones internas como externas de la IA, distinguiendo entre lo que experimenta internamente y cómo se perciben dichas emociones externamente (Gráfico 1).

De acuerdo con Picard (1995), se trata de dotar a los sistemas informáticos de un sentido afectivo, es decir, las emociones no deben considerarse opuestas a la lógica, sino como elementos que la complementan. Su planteamiento se fundamentó en estudios neurocientíficos que evidenciaron la importancia de las emociones en procesos como la toma de decisiones y el aprendizaje, tal como lo señaló Damasio (1994). Además, Picard (1995) incorporó tecnologías de aprendizaje automático y el uso de sensores biométricos, con el objetivo de desarrollar sistemas capaces de identificar y procesar señales emocionales en tiempo real.

Gráfico 1. Habilidades, destrezas y socialización humanos e IA.

Fuente: Baum (2022).

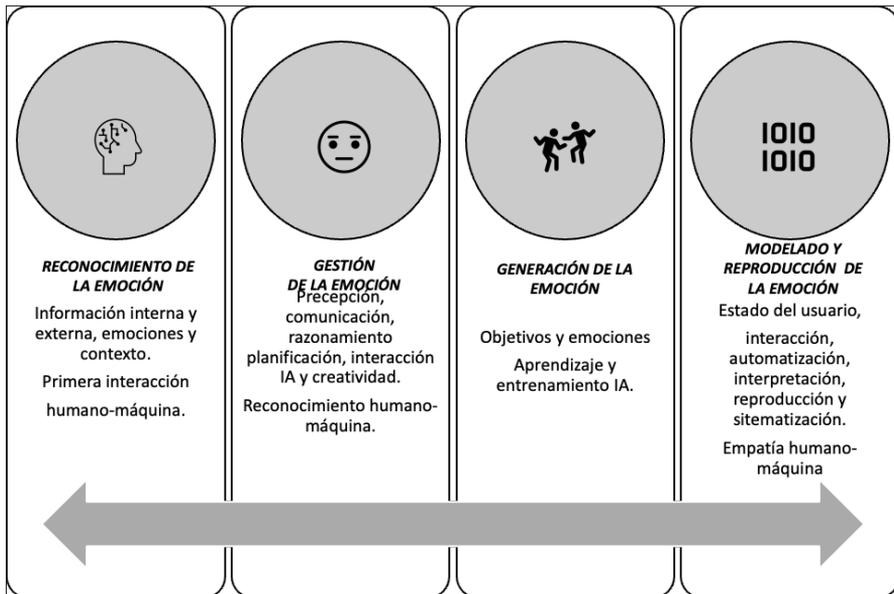
A diferencia de las tecnologías tradicionales que operan bajo parámetros estrictamente lógicos, los sistemas afectivos integran componentes de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático para interpretar estas señales y generar respuestas emocionalmente adecuadas (Scherer, 2005; Pelachaud y Poggi, 2002).

Para operar, estos sistemas emplean el aprendizaje profundo (Deep Learning) de extremo a extremo, lo que permite el reconocimiento a partir de datos sin procesar o de representaciones superficiales, como transformaciones espectrales. Este enfoque facilita un desempeño de vanguardia medido a través de diversas modalidades (Schuller y Schuller, 2018).

Por otro lado, en el ámbito de la síntesis emocional, específicamente en la generación de emociones, existe una trayectoria más larga en comparación con el reconocimiento de emociones. Sin embargo, a diferencia del análisis de emociones, los enfoques de síntesis se han basado históricamente más en reglas predefinidas y menos en el uso de datos.

En comparación, la integración y mejora de emociones en los sistemas de inteligencia artificial (como su aplicación en la planificación, el razonamiento o el logro de objetivos más complejos) todavía se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. Las plataformas bidireccionales de entrada y salida emocional, así como otras diseñadas para gestionar diálogos humano-máquina, representan ejemplos prometedores de sistemas capaces de manejar interacciones matizadas por las emociones (Gráfico 2).

Gráfico 2. Modelo de Inteligencia Emocional Artificial.



Fuente: Schuller y Schuller (2018).

Aunque la computación afectiva aún debe avanzar hacia una comprensión más profunda sobre cómo modelar y generar emociones artificiales, es evidente que integrar estos principios en el aprendizaje automático tiene un enorme potencial (Krakovsky, 2018). Esta integración podría mejorar la eficiencia del aprendizaje mediante una convergencia más rápida o la reducción de costos computacionales, utilizando la intuición emocional para optimizar

procesos como el análisis de redes o la orientación del aprendizaje impulsada por emociones (Afzal, *et al.*, 2024).

Además, esta combinación podría facilitar la identificación de soluciones más generales, mientras que la medición de la confianza en los resultados de un algoritmo de aprendizaje podría fundamentarse en su estado emocional, aportando una nueva dimensión de precisión y adaptabilidad en los sistemas de inteligencia artificial (Pervez, *et al.*, 2024).

RELEVANCIA Y POTENCIAL DE LA IEA PARA AMÉRICA LATINA

Para el caso de América Latina, la IEA presenta una serie de desafíos y oportunidades. Esta región cuenta marcadas desigualdades sociales y económicas. Según datos del Banco Mundial (2022), alrededor del 30% de la población vive en situación de pobreza, mientras que el acceso a servicios básicos como la educación y la salud mental sigue siendo limitado. Estos problemas estructurales afectan la calidad de vida de millones de personas y limitan las oportunidades de desarrollo. En este escenario, la IEA tiene el potencial de convertirse en una herramienta estratégica para mitigar estos desafíos.

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA IEA

- A) Educación: La región enfrenta profundas desigualdades en el acceso a una educación de calidad. Según la CEPAL (2021), el 40% de los estudiantes en áreas rurales tiene un acceso limitado a tecnologías de aprendizaje. La implementación de herramientas basadas en IEA podría personalizar los contenidos educativos según las emociones y necesidades de cada estudiante, mejorando su rendimiento académico y reduciendo las tasas de abandono escolar.
- B) Salud mental: América Latina cuenta con un promedio de 10 psicólogos por cada 100,000 habitantes, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020), lo que resulta insuficiente para atender a una población vulnerable. Sistemas de IEA podrían ofrecer apoyo emocional automatizado, permitiendo una primera línea de atención accesible y eficaz.

- C) Crisis económica y empresarial: Las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que representan el 99% de las empresas en la región (CAF, 2022), podrían beneficiarse de la IEA al optimizar procesos y mejorar la experiencia del cliente, fortaleciendo su competitividad en mercados globales.

DESAFÍOS PARA LA REGIÓN LATINOAMERICANA

A pesar de su potencial para transformar sectores clave en América Latina, la Inteligencia Emocional Artificial (IEA) enfrenta desafíos significativos que reflejan las particularidades económicas, sociales, culturales y tecnológicas de la región. A continuación, se desarrollan en mayor profundidad las barreras que podrían limitar su implementación y expansión.

- **Conectividad insuficiente:** aunque la penetración de internet ha mejorado en las últimas décadas, aún existen disparidades significativas. Según la CEPAL (2022), el 40% de los hogares en la región no tiene acceso a internet, y en zonas rurales esta cifra se eleva a más del 70%. La falta de conectividad limita la capacidad de implementar tecnologías que dependen del procesamiento y análisis de datos en la nube.
- **Infraestructura deficiente:** solo el 20% de los países en la región cuenta con infraestructura tecnológica avanzada, como centros de datos eficientes y acceso a redes 5G, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021). Esto dificulta la implementación de sistemas de IEA que requieren una alta capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos.
- **Acceso limitado a datos de calidad:** el desarrollo de sistemas de IEA depende de grandes volúmenes de datos emocionales para entrenar los algoritmos de aprendizaje profundo. Sin embargo, en América Latina, la recopilación, estandarización y almacenamiento de datos presentan serias limitaciones como la escasez de datos regionales y la falta de regulación y de políticas claras para gestionar la recopilación de datos emocionales.
- **Aspectos éticos:** la recopilación de datos emocionales implica gestionar información altamente sensible. La falta de marcos regulatorios

sólidos en la región agrava las preocupaciones sobre privacidad. Según la UNESCO (2021), solo 11 países en América Latina cuentan con leyes de protección de datos que se consideran alineadas con estándares internacionales. Esto deja a los usuarios vulnerables al mal uso de su información personal. Además, el 45% de los latinoamericanos teme que sus datos sean utilizados sin su consentimiento, lo que puede reducir la adopción de sistemas basados en IEA (Digital Society Index ,2021).

- **Sesgos algorítmicos:** los sistemas de IEA pueden replicar y amplificar prejuicios presentes en los datos con los que son entrenados. Si los datos utilizados no representan adecuadamente a la población de la región, los algoritmos podrían generar resultados sesgados que perpetúen desigualdades existentes. Adicionalmente, empresas o actores políticos podrían emplear la IEA para manipular las emociones de las personas, influenciando sus decisiones de compra o voto. Este tipo de prácticas genera preocupaciones éticas significativas sobre el consentimiento y la autonomía de los usuarios. Factores Económicos
- **Altos costos de implementación:** según el BID (2021), América Latina necesita una inversión anual de \$68,000 millones de dólares para cerrar su brecha digital y preparar la infraestructura necesaria para tecnologías avanzadas. Mientras que países como Brasil, México y Chile tienen una mayor capacidad para invertir en tecnología, naciones con economías más frágiles, como Haití o Nicaragua, enfrentan serias limitaciones financieras.
- **Desigualdad en el acceso:** solo el 27% de las pequeñas y medianas empresas (PyME's) en la región utilizan herramientas tecnológicas avanzadas (Foro Económico Mundial, 2021). Esto limita la capacidad de muchas empresas para adoptar soluciones basadas en IEA. Asimismo, menos del 30% de los países latinoamericanos tienen planes nacionales de inteligencia artificial, lo que retrasa el desarrollo de aplicaciones tecnológicas. (OCDE,2020).
- **Consideraciones culturales:** en América Latina, donde las relaciones interpersonales tienen un alto valor, existe una preferencia por interacciones humanas sobre las digitales. Esto podría limitar la aceptación de sistemas de IEA que no logren generar confianza. Según un informe de PwC (2021), el 56% de los latinoamericanos teme que la

inteligencia artificial pueda reemplazar empleos, lo que podría generar rechazo hacia la IEA.

- **Diversidad cultural:** si los sistemas de IEA no se adaptan a estas diferencias, podrían ser percibidos como ineficaces o incluso ofensivos.

FUTURO DE LA IEA

La IEA está posicionada para ser una de las áreas más transformadoras dentro de la inteligencia artificial, con un impacto potencial en la forma en que las máquinas interactúan con los humanos y en cómo se diseñan soluciones tecnológicas para abordar problemas complejos. Su desarrollo futuro estará marcado por avances tecnológicos, su integración en sectores clave, y un debate ético y social sobre sus implicaciones.

Los próximos sistemas de IEA serán capaces de interpretar emociones humanas de manera más precisa y matizada, combinando múltiples fuentes de datos (**Tabla 1**).

Tabla 1. Fuentes de información para la IEA.

<i>Fuentes</i>	<i>Instrumentos</i>
Expresiones faciales y corporales.	Algoritmos avanzados podrán identificar microexpresiones y patrones de comportamiento que revelen emociones ocultas o complejas.
Datos biométricos.	Sensores que midan la frecuencia cardíaca, la conductividad de la piel y otros indicadores fisiológicos se integrarán para proporcionar un análisis emocional en tiempo real.
Detección del entorno.	Los sistemas serán capaces de analizar no solo la emoción expresada, sino también el contexto en el que ocurre, mejorando la comprensión situacional.

Fuente: Schuller y Schuller (2018).

Además, se espera que los sistemas de IEA puedan no solo reconocer emociones, sino también simular y generar respuestas emocionales creíbles. Por lo que, los sistemas simularán emociones para una mejor interface con los humanos; ajustando su tono y comportamiento en función del estado emocional del usuario, mejorando la experiencia.

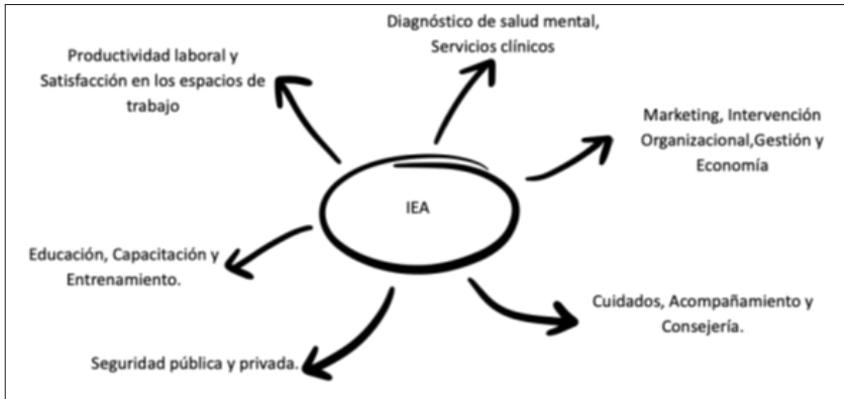
Ante esto, la IEA será clave en el desarrollo de la Inteligencia Artificial General (AGI), permitiendo que los sistemas no solo sean lógicos y eficientes, sino también adaptativos y emocionalmente inteligentes en su toma de decisiones para potencializar las capacidades humanas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Cointegración IEA-AGI.

Aplicaciones	Desarrollos
Plataformas educativas	Adaptación de los métodos de enseñanza según las emociones de los estudiantes, mejorando la retención y el aprendizaje.
Salud mental y bienestar	Identificación de trastornos emocionales como ansiedad y depresión a través de análisis biométricos y de comportamiento. Chatbots emocionales y programas de realidad virtual para terapias inmersivas.
Gestión empresarial	El análisis emocional en tiempo real permitirá mejorar la atención al cliente y fomentar la lealtad.
Negociación	Mediaciones laborales, diplomáticas y legales para analizar el estado emocional de las partes y proponer soluciones más empáticas y efectivas.

Fuente: Singh, et al., (2024).

La integración de la Inteligencia Emocional Artificial (IEA) con la Inteligencia General Artificial (AGI) fortalecerá significativamente las capacidades de los sistemas informáticos para reconocer y generar emociones, logrando niveles de rendimiento aplicables en escenarios del mundo real (Gráfico 3).

Gráfico 3. Aplicación de sistemas basados en IEA-AGI.

Fuente: Singh, et al., (2024).

No obstante, en el corto y mediano plazo, las aplicaciones más comunes seguirán siendo aquellas relacionadas con el diálogo audiovisual y textual en interfaces humano-computadora (HCI). Estas se enfocarán en la reproducción de emociones con el objetivo de incrementar la naturalidad de las interacciones y fomentar una conexión más profunda mediante el análisis y monitoreo de emociones.

Para alcanzar este nivel de sofisticación, se desarrollarán métodos innovadores basados en aprendizaje profundo y aprendizaje por refuerzo. Estos métodos permitirán a los sistemas de IEA imitar los cambios emocionales provocados por estímulos internos y externos, garantizando una generación de emociones más dinámica y realista. Esta capacidad no solo complementará los procesos cognitivos del ser humano, sino que también replicará, de manera funcional, el rol biológico que desempeña la amígdala en la regulación emocional.

En el caso de América Latina, se proyecta que los avances en aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural impulsen significativamente las capacidades de la IEA. Estos progresos podrían facilitar interacciones más sofisticadas y matizadas entre humanos y máquinas, optimizando su integración en diversos sectores.

Además, a medida que las instituciones educativas actualicen sus planes de estudio para incluir formación en inteligencia artificial, las generaciones futuras estarán mejor preparadas para utilizar las tecnologías de IEA en múltiples campos profesionales. Esto no solo fomentará una fuerza laboral más emocionalmente inteligente, sino que también abrirá nuevas oportunidades de desarrollo y especialización en la región.

Para que este potencial se materialice, será esencial la implementación de políticas públicas que favorezcan un entorno propicio para el crecimiento de la IEA. Los encargados de formular estas políticas deberán garantizar que las regulaciones evolucionen en consonancia con los avances tecnológicos, sin perder de vista la importancia de priorizar altos estándares éticos y proteger los derechos de los usuarios.

CONCLUSIONES

Durante las últimas dos décadas, los sistemas de Inteligencia Emocional Artificial (IEA) han avanzado de manera constante, integrándose en un número creciente de sectores económicos y sociales. El futuro presenta un vasto horizonte de oportunidades para que estas tecnologías potencien las interacciones entre humanos y máquinas, así como las relaciones humanas en general. Sin embargo, los dilemas asociados con la implementación de la IEA —incluyendo cuestiones éticas, sociales y técnicas— generan no solo desafíos, sino también una agenda crítica para futuras investigaciones. Es esencial que académicos y profesionales aborden este fenómeno emergente con un enfoque reflexivo, evitando la adopción acrítica de la tecnología y considerando cuidadosamente el tipo de impacto que esta podría tener en la configuración del mundo en el que vivimos.

El desarrollo de la IEA ha demostrado su potencial transformador en una amplia gama de sectores, destacándose su aplicabilidad y capacidad para generar innovaciones significativas. En el sector de la salud, la IEA puede mejorar la atención al paciente mediante asistentes virtuales empáticos y chatbots. En marketing y ventas, puede optimizar la experiencia del cliente mediante el análisis de sentimientos y contenido personalizado.

En los espacios de trabajo, la IEA se utiliza para promover el bienestar de los empleados y mejorar la productividad. En el sector financiero, ayuda

en la detección de fraudes y en las predicciones del mercado de valores. Sin embargo, el dominio de las emociones plantea dilemas éticos complejos, especialmente con el desarrollo de aplicaciones que fungen como compañeros emocionalmente receptivos. Cada sector enfrenta desafíos que requieren investigaciones futuras para abordar cuestiones éticas, sociales y técnicas, asegurando la integración responsable de la IEA.

En América Latina, la adopción de la IEA enfrenta limitaciones específicas que abren nuevas líneas de investigación. Sectores como finanzas, seguridad pública y educación aún no han explorado completamente las aplicaciones de la IEA, a pesar de su potencial para abordar problemas clave en la región.

La falta de acceso generalizado a tecnologías avanzadas dificulta la implementación de sistemas de IEA en áreas rurales y marginadas. La adaptación de la IEA a contextos interdisciplinarios en la región podría ofrecer soluciones innovadoras:

- Entornos de enfermería: Los compañeros de IA podrían utilizarse para apoyar a los pacientes en hospitales, ofreciendo monitoreo emocional y asistencia en tiempo real.
- Espacios laborales: La IEA puede ayudar a mejorar las dinámicas laborales en sectores con altos niveles de estrés, fomentando un entorno más humano y empático.

A pesar de los desafíos, América Latina tiene la oportunidad de aprovechar los desarrollos globales en IEA para abordar problemas regionales. La colaboración con actores internacionales puede facilitar la implementación de soluciones adaptadas a las necesidades locales. La diversidad cultural de la región representa una oportunidad única para desarrollar sistemas de IEA culturalmente sensibles y aplicables en otros contextos multiculturales.

En síntesis, el desarrollo y la implementación de la IEA ofrecen un futuro prometedor para mejorar las experiencias humanas y abordar problemas complejos en sectores clave. Sin embargo, su éxito dependerá de un enfoque crítico y ético que aborde los desafíos sociales, técnicos y culturales asociados con estas tecnologías.

En América Latina, la rápida evolución de la IEA debe ir acompañada de políticas públicas sólidas, colaboración interdisciplinaria y una inversión estratégica que permita aprovechar su potencial transformador mientras se

mitigan las desigualdades existentes. De esta manera, la región no solo podrá adaptarse al cambio tecnológico global, sino también liderar en la integración responsable y humanizada de estas innovaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, H., Qadir, J., Alam, T., Househ, M., & Shah, Z. (2023). Revolutionizing healthcare with foundation AI models. In *Healthcare Transformation with Informatics and Artificial Intelligence* (pp. 469-470). IOS Press.
- Al-Saadawi, H. F. T., Das, B., & Das, R. (2024). A systematic review of trimodal affective computing approaches: Text, audio, and visual integration in emotion recognition and sentiment analysis. *Expert Systems with Applications*, 124852.
- Afzal, S., Khan, H. A., Piran, M. J., & Lee, J. W. (2024). A comprehensive survey on affective computing; challenges, trends, applications, and future directions. *IEEE access*.
- Alzoubi, H. M., & Aziz, R. (2021). Does emotional intelligence contribute to quality of strategic decisions? The mediating role of open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 130.
- Assunção, G., Patrão, B., Castelo-Branco, M., & Menezes, P. (2022). An overview of emotion in artificial intelligence. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 3(6), 867-886.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). *Brecha de inversión en tecnologías digitales en América Latina*. Disponible en: <https://www.iadb.org>
- Baxter, M. G., & Crosson, P. L. (2012). Facing the role of the amygdala in emotional information processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(52), 21180-21181.
- Berrami, H., Jallal, M., Serhier, Z., & Othmani, M. B. (2024). Exploring the horizon: The impact of AI tools on scientific research. *Data and Metadata*, 3, 289-289.
- Bru-Luna, L. M., Martí-Vilar, M., Merino-Soto, C., & Cervera-Santiago, J. L. (2021, December). Emotional intelligence measures: A systematic review. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 12, p. 1696). MDPI.
- Caruso, D. R., & Salovey, P. (2004). *The emotionally intelligent manager: How to develop and use the four key emotional skills of leadership*. John Wiley & Sons.
- CEPAL. (2022). *Estado de la conectividad en América Latina y el Caribe*. Disponible en: <https://www.cepal.org>

- Chen, A., Ciriello, R., Rubinsztein, Z., & Vaast, E. (2024). The Past, Present, and Futures of Artificial Emotional Intelligence: A Scoping Review.
- Crowder, J. A., & Carbone, J. N. (2023). Artificial Emotional Intelligence Testing for AI Avatars. In *2023 Congress in Computer Science, Computer Engineering, & Applied Computing (CSCE)* (pp. 487-496). IEEE.
- Damasio, A. R. (1994). Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain. Grosset/Putnam.
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review*, *99*(3), 550–553.
- Foro Económico Mundial. (2021). The Future of Jobs Report. Disponible en: <https://www.weforum.org>
- Goleman, D. (2015). El cerebro y la inteligencia emocional: nuevos descubrimientos. B de Books.
- Goleman, D., & Boyatzis, R. (2017). Emotional intelligence has 12 elements. Which do you need to work on. *Harvard business review*, *84*(2), 1-5.
- Gothard, K. M., & Fuglevand, A. J. (2022). The role of the amygdala in processing social and affective touch. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *43*, 46-53.
- Izard, C. E. (2013). *Human emotions*. Springer Science & Business Media.
- Kaur, S., & Sharma, R. (2021). Emotion AI: integrating emotional intelligence with artificial intelligence in the digital workplace. In *Innovations in Information and Communication Technologies (IICT-2020) Proceedings of International Conference on ICRIHE-2020, Delhi, India: IICT-2020* (pp. 337-343). Springer International Publishing.
- Khare, S. K., Blanes-Vidal, V., Nadimi, E. S., & Acharya, U. R. (2024). Emotion recognition and artificial intelligence: A systematic review (2014–2023) and research recommendations. *Information fusion*, *102*, 102019.
- Krakovsky, M. (2018). Artificial (emotional) intelligence. *Communications of the ACM*, *61*(4), 18-19.
- Krén, H., & Séllei, B. (2021). The role of emotional intelligence in organizational performance. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, *29*(1), 1-9.
- Miao, C., Humphrey, R. H., & Qian, S. (2021). Emotional intelligence and servant leadership: A meta-analytic review. *Business ethics, the environment & responsibility*, *30*(2), 231-243.
- Pelachaud, C., & Poggi, I. (2002). Subtleties of facial expressions in embodied agents. *The Journal of Visualization and Computer Animation*, *13*(5), 301-312.

- Pervez, F., Shoukat, M., Usama, M., Sandhu, M., Latif, S., & Qadir, J. (2024). Affective Computing and the Road to an Emotionally Intelligent Metaverse. *IEEE Open Journal of the Computer Society*.
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: from animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2), 175-187.
- Prentice, C., Dominique Lopes, S., & Wang, X. (2020). Emotional intelligence or artificial intelligence—an employee perspective. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 29(4), 377-403.
- Raj, P. (2024). A Literature Review on Emotional Intelligence of Large Language Models (LLMs). *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 15(4).
- Rolls, E. T., Deco, G., Huang, C. C., & Feng, J. (2023). Human amygdala compared to orbitofrontal cortex connectivity, and emotion. *Progress in Neurobiology*, 220, 102385.
- Sakhi, A., Mansour, S. E., & Sekkaki, A. (2024). Using Learning Focal Point Algorithm to Classify Emotional Intelligence. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 5(1), 263-270.
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social science information*, 44(4), 695-729.
- Šimić, G., Tkalčić, M., Vukić, V., Mulc, D., Španić, E., Šagud, M., ... & R. Hof, P. (2021). Understanding emotions: origins and roles of the amygdala. *Biomolecules*, 11(6), 823.
- Singh, S., Rai, M., Pandey, J. K., & Saxena, A. K. (2024). Emotional Intelligence and Collaborative Dynamics in Industry 5.0 for Human-Machine Interactions. In *Human-Machine Collaboration and Emotional Intelligence in Industry 5.0* (pp. 190-204). IGI Global.
- Schuller, D., & Schuller, B. W. (2018). The age of artificial emotional intelligence. *Computer*, 51(9), 38-46.
- Statista. (2022). *Trust in data privacy by region*. Disponible en: <https://www.statista.com>
- White, D., & Katsuno, H. (2022). Artificial emotional intelligence beyond East and West. *Internet Policy Review*, 11(1), 1-17.
- Wu, M., Huang, K., Cai, Y., Hu, S., Zhao, Y., & Wang, W. (2024). Finger in Camera Speaks Everything: Unconstrained Air-Writing for Real-World. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*.

- Zielonka, J. T., Heigl, R. M., & Rothlauf, F. (2022). Technostress revisited at work-from-home: the impact of technostress creators on the perception of eustress moderated by work-home-conflict and job satisfaction.
- Zhou, Z., Chen, Z., & Jin, X. L. (2024). A review of the literature on the metaverse: definition, technologies, and user behaviors. *Internet Research*, 34(1), 129-148.

CAPÍTULO XVI

ENTRE BRECHAS Y LIDERAZGOS: UN ANÁLISIS INTEGRAL DEL ÍNDICE LATINOAMERICANO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (ILIA) 2024

AYLIN TORRES RAMÍREZ¹

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una fuerza transformadora en el panorama global, y América Latina no es una excepción. En este contexto, el “Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA) 2024” emerge como un recurso vital para comprender el estado actual, los desafíos y las oportunidades de la IA en la región. El informe, publicado por el Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA), ofrece una evaluación exhaustiva de 19 países latinoamericanos, analizando su progreso en términos de factores habilitantes, investigación, desarrollo y adopción (I+D+A), y gobernanza. Este artículo analiza el ILIA 2024, explorando su estructura, principales hallazgos y recomendaciones, con el objetivo de ofrecer una visión integral sobre el desarrollo y regulación de la IA en América Latina.

INTRODUCCIÓN

El “Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial 2024” (ILIA 2024) representa un esfuerzo significativo para evaluar y comprender el estado de la inteligencia artificial (IA) en América Latina y el Caribe. Este informe, elaborado por el Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA), proporciona

¹ Alumna del Doctorado en Estudios Organizacionales, Universidad Autónoma Metropolitana.

una visión integral de los avances, brechas y oportunidades relacionadas con la IA en una región caracterizada por su diversidad cultural, económica y tecnológica. Para el desarrollo de un ecosistema de la IA, el ILIA desarrolla dimensiones (Factores habilitantes, Investigación, desarrollo y adopción, y Gobernanza), subdimensiones, indicadores y subindicadores (76) para poder ofrecer una perspectiva estructurada del desarrollo tecnológico y social de la región.

A través de siete capítulos el índice busca, por ejemplo, exponer los países “Pioneros”, “Adoptantes” y “Exploradores” en cuanto al desarrollo y la implementación de la IA; resaltar los principales hallazgos conceptuales y estadísticos de sus dimensiones establecidas; exponer casos de éxito en torno a la aplicación y gobernanza de la IA; así como generar radiografías de los 19 países latinoamericanos participantes sobre sus mayores desafíos, así como sus fortalezas frente a la IA. A pesar del crecimiento, existe una brecha entre la demanda y la oferta de profesionales capacitados en IA (OECD, 2023).

El informe resume en diez puntos los hallazgos más importantes, las cuales son:

1. Talento escaso.
2. Alfabetización.
3. Fuga de talentos.
4. Potencial como acelerador de tareas.
5. Integración en la matriz económica.
6. La participación de mujeres en IA.
7. La multidisciplinariedad en las publicaciones.
8. Creatividad e interés legislativo en la IA.
9. Adopción.
10. Creación de startups.

El ILIA 2024, como la última edición disponible, presenta una panorámica actualizada de los progresos y retos que enfrentan los países latinoamericanos en su camino hacia la adopción y desarrollo de la IA. Este artículo tiene como objetivo analizar en profundidad los hallazgos del ILIA 2024,

contrastándolos con otras fuentes, para ofrecer una visión integral del panorama regional.

LA MADUREZ DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS CON RESPECTO A LA IA

Según el grado de madurez del país en las dimensiones Factores Habilitantes, I+D+A y Gobernanza, el índice agrupa a los países en tres categorías: Pioneros, Adoptantes y Exploradores (ver **Figura 1**). Por Pioneros, el ILIA (2024), asigna a aquellos países que muestran una postura de liderazgo, es decir, intervienen directamente en aspectos como infraestructura, el desarrollo de talento, su capacidad de innovación e investigación científica en torno a la IA. Países como Chile, Brasil y Uruguay, no sólo han invertido en la aplicación de la IA en sus naciones, sino que, además, trabajan en la implementación de estrategias nacionales para la consolidación y expansión de la IA, con repercusiones en su crecimiento y desarrollo económico-social.

En lo que respecta a la categoría de los Adoptantes, el ILIA (2024) integra a aquellas naciones primerizas que muestran señales de adopción de la IA en sus actividades económicas (sobre todo en los sectores productivos, de servicio y administrativos) y sociedad. A comparación de los Pioneros, países como Argentina, Colombia, México, Ecuador, entre otros, están en la fase de elaboración estrategias nacionales para fortalecer sus capacidades en tecnología, así como el desarrollo en investigación que un futuro podría ser implementada.

Por Exploradores, el ILIA (2024) se refiere a aquellos países que se encuentran sondeando el tema de la IA, por lo que se mantienen en una fase de desarrollo básico con respecto a su uso, el cual, a la vez es limitado. La comunidad científica es casi nula por lo que la investigación en este tema es precaria. Países como Venezuela, Guatemala y Honduras se agrupan en esta categoría.

Figura 1. Grado de madurez de los países que conforma el ILIA 2024.

Fuente: ILIA (2024).

PRINCIPALES DIMENSIONES EVALUADAS

Factores Habilitantes

Esta dimensión examina las condiciones necesarias para el desarrollo efectivo de la IA, como la infraestructura tecnológica, la disponibilidad de datos y el talento humano especializado. El informe señala que:

- **Infraestructura:** La región presenta una brecha significativa en infraestructura de cómputo y conectividad, especialmente en áreas rurales.
- **Datos:** La gobernanza y disponibilidad de datos son críticas para el desarrollo de la IA. Aunque algunos países han avanzado en esta área, la región en su conjunto necesita mejorar la calidad y accesibilidad de los datos.
- **Talento Humano:** La formación y retención de talento en IA es un desafío persistente. La fuga de cerebros limita el potencial de la re-

gión, y se requiere una mayor inversión en educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Dentro de esta dimensión, se resalta la participación de países como Uruguay y Chile, seguido de Argentina, México, Brasil y Costa Rica. Según el CEPAL (2023), se ha observado un aumento en el número de programas académicos y profesionales enfocados en IA en estos países. Especialmente, Uruguay y Chile muestran resultados satisfactorios en lo que concierne a Infraestructura y Talento Humano, y en cuanto a Datos, es Brasil el que destaca. Por el contrario, países como Cuba, Venezuela y Bolivia presentan desafíos grandes para proyectar ecosistemas de IA en sus naciones.

La composición general de esta dimensión se muestra a continuación (ver **Tabla 1** de la página siguiente).

Investigación, Desarrollo y Adopción (I+D+A)

En esta dimensión, el informe analiza la capacidad de los países para generar conocimiento, innovar y adoptar tecnologías basadas en IA, a nivel público, privado y académico. Algunos hallazgos clave incluyen:

- **Producción Científica:** La región ha incrementado la publicación de investigaciones multidisciplinarias en IA, destacándose áreas como la medicina clínica.
- **Adopción Tecnológica:** Aunque los países pioneros han integrado la IA en sectores clave, otros enfrentan barreras debido a la falta de infraestructura y capacidad institucional.
- **Innovación:** La creación de startups y empresas unicornio es limitada, lo que refleja la necesidad de fortalecer el ecosistema empresarial y de financiamiento.

En el informe se resalta la participación de países como Brasil, Chile, Uruguay y México con respecto a su desempeño por investigar, desarrollar e integrar tecnologías con IA. En lado contrario, países como Bolivia, El Salvador, Guatemala y Honduras presentan un bajo desempeño en áreas de I+D+A de la IA. La **Tabla 2** muestra de manera detallada la conformación de esta dimensión con sus subindicadores.

Tabla 1. Elementos que integra la dimensión Factores Habilitantes.

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
		IXPs
		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 en 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 doctorado en IA universidades acreditadas

Fuente: ILIA (2024).

Tabla 2. Elementos que integra la dimensión Investigación, Desarrollo y Adopción (I+D+A)

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).

Gobernanza

La gobernanza es fundamental para garantizar un desarrollo ético y sostenible de la IA. La gobernanza global en relación con la inteligencia artificial continúa siendo un tema en evolución. La urgencia de su establecimiento incluye aspectos técnicos relacionados con estándares y normativas en áreas

como la precisión, la ciberseguridad, la equidad estadística y la erradicación de sesgos, así como cuestiones existenciales que afectan la supervivencia de la humanidad como especie frente a posibles escenarios distópicos de máquinas autónomas conscientes y malintencionadas.

El ILIA (2024) destaca que, de los 19 países que integran su estudio, únicamente ocho naciones han adoptado estrategias sistemáticas, integrales y actualizadas de la IA. Asimismo, sólo un país implementó procedimientos sólidos, claros y verificables de participación ciudadana para la formulación de su estrategia y su posterior validación. En la actualidad, se encuentran en debate o ya han sido aprobadas 38 iniciativas legislativas relacionadas con la inteligencia artificial, las cuales presentan una variedad de contenidos que van desde aspectos específicos hasta aplicaciones concretas de la tecnología, así como marcos regulatorios más amplios. Por ejemplo, en México se desarrolla la propuesta de sancionar la violación de la privacidad sexual de una persona. Para estructurar los resultados, el informe destaca las siguientes subdimensiones:

- **Regulación:** Existen iniciativas legislativas para abordar los retos éticos y legales de la IA, pero su implementación es desigual.
- **Colaboración Internacional:** La cooperación entre países y organismos internacionales puede acelerar el desarrollo de la IA en la región.
- **Visión e Institucionalidad:** La falta de una visión coherente y de largo plazo en algunos países limita su capacidad para aprovechar plenamente los beneficios de la IA.

Según datos de este informe, los países que se encuentran con una Gobernanza avanzada son Chile, Brasil, Uruguay, Argentina, República Dominicana y Colombia. Países como Perú, México, Costa Rica, Panamá y Paraguay, son considerados con una gobernanza intermedia, es decir, a pesar de que se han implementado estructuras y procesos, persisten áreas que necesitan ser optimizadas para lograr niveles más elevados. Los países que poseen un nivel básico de gestión, con estructuras elementales y áreas importantes que requieren mejora son Ecuador, Guatemala, El Salvador, Honduras, Venezuela, Cuba y Bolivia, por lo que se catalogan con una Gobernanza básica. La **Tabla 3** presenta de manera detallada la taxonomía de la dimensión, incorporando los nuevos subindicadores.

Tabla 3. Elementos que integra la dimensión Gobernanza.

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 <i>multistakeholder</i>		
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 (<i>Civil and Political Rights Data Protection and Privacy (GIRAI)</i>)
		Seguridad, precisión y confiabilidad (<i>Technical Standards Safety, Accuracy and Reliability, GIRAI</i>)
	Sustentabilidad	

Fuente: ILIA (2024).

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

El ILIA 2024 identifica una serie de desafíos que deben ser abordados para impulsar el desarrollo de la IA en América Latina, entre los cuales se destaca:

1. **Desigualdad en el Acceso:** La brecha digital sigue siendo un obstáculo importante. Invertir en infraestructura y conectividad es esencial para garantizar que los beneficios de la IA lleguen a todas las comunidades. La falta de acceso a internet de alta velocidad y la baja penetración de dispositivos electrónicos dificultan la adopción masiva de la IA (UNESCO, 2022).
2. **Fuga de Talento:** Es necesario implementar políticas que incentiven la permanencia de especialistas en la región.
3. **Marco Regulatorio:** La creación de marcos legales claros y éticos es fundamental para fomentar la confianza en la tecnología.

Por otro lado, las oportunidades también son claras:

- **Economía Digital:** La región tiene el potencial de convertirse en un centro de innovación digital, aprovechando su diversidad y creatividad.
- **Colaboración Regional:** La cooperación entre países puede generar economías de escala y acelerar el progreso tecnológico.
- **Sostenibilidad:** La IA puede desempeñar un papel clave en la lucha contra el cambio climático y en el avance hacia economías más sostenibles.

DISCUSIÓN

El ILIA 2024 revela una complejidad inherente a la IA en América Latina y el Caribe. El camino hacia una adopción equitativa y responsable de la IA requiere un esfuerzo coordinado y colaborativo entre los sectores público, privado y académico. La brecha en el talento, la baja inversión en infraestructura y la limitada participación de autores de la región en los debates globales sobre IA, son obstáculos que deben superarse. Sin embargo, el ILIA 2024 muestra casos de éxito y un panorama con grandes oportu-

nidades para mejorar la competitividad y el bienestar de los ciudadanos. El avance de la IA tiene el potencial de transformar profundamente las economías y sociedades de América Latina. La región enfrenta retos significativos, como se mencionó anteriormente, sin embargo, también cuenta con importantes oportunidades, como una población joven y creativa, y una creciente adopción de herramientas tecnológicas en diversos sectores.

El ILIA 2024 subraya que la IA no solo es una herramienta para potenciar la productividad y la innovación, sino también un medio para abordar problemas sociales críticos, como la desigualdad educativa, la atención sanitaria y el cambio climático. El desarrollo de la IA en la región puede catalizar el progreso económico y social, siempre que se implementen estrategias inclusivas y éticas.

La clasificación de países en Pioneros, Adoptantes y Exploradores es útil para entender el grado de madurez en el ecosistema de IA. Sin embargo, esa clasificación se ve matizada al analizar las subdimensiones, donde se revelan fortalezas y debilidades específicas. La clave, en el futuro, es diseñar estrategias adecuadas a cada contexto y trabajar de forma coordinada con la región. Uno de los aspectos más relevantes es la necesidad de desarrollar un marco regulatorio que equilibre la innovación con la protección de derechos y valores. Esto requiere un diálogo abierto y transparente, con la participación activa de la sociedad civil. La adopción de un marco regulatorio globalmente reconocido, pero adaptable a las necesidades de América Latina, resulta esencial para fomentar la confianza en la IA y evitar la proliferación de normativas contradictorias que generen distorsiones en el mercado.

Dentro del documento, el ILIA (2024) analiza relaciones entre las mismas dimensiones y es relevante resaltar su mención con respecto a la relación de la dimensión Factores habilitantes y la dimensión I+D+A, donde países como México, Colombia y Argentina, muestran ser naciones con desafíos en cuanto a la infraestructura tecnológica, pero existe un gran impulso en cuanto a la generación de conocimiento y adopción de la IA.

Si en cuanto a Factores habilitantes y Gobernanza se refiere, el ILIA (2024) destaca la figura de Chile, Uruguay y Brasil al presuntamente ser naciones con un marco sólido para el desarrollo tecnológico, la capacidad de regulación y la gestión de la IA.

En el caso particular de México, el informe señala que el país muestra un desempeño inferior de su participación con respecto a la edición del 2023. La evaluación de las subdimensiones de Infraestructura y Datos se mantiene similar a la del año 2023, mientras que en la subdimensión de Talento Humano se observa una ligera disminución. Por otro lado, la dimensión de I+D+A muestra los incrementos más significativos en comparación con la edición anterior, destacando un aumento de 43 puntos en la subdimensión de I+D y de 50 puntos en la de Adopción. Esto permite que se mantenga por encima del promedio regional. En cuanto a la dimensión de Gobernanza, persiste la falta de una estrategia y/o política nacional, y la inclusión de indicadores de Participación en foros multilaterales en la subdimensión de Vinculación Internacional justifica la caída de 25 puntos observada. Finalmente, en la subdimensión de Regulación, se registra un aumento cercano a 20 puntos relacionado con la regulación en Protección de Datos, aunque aún se encuentra por debajo del promedio regional, ocupando el octavo lugar en esta subdimensión. En la **Tabla 4** se puede observar de manera detallada la participación de México en el ILIA 2024.

Tabla 4. Participación de México en el ILIA 2024.

Dimensión/ Indicador	Fortalezas	Debilidades
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación general por encima del promedio regional. - Alta conectividad a internet y proporción de hogares con internet. - Cobertura de redes móviles superior al promedio. - Alta adopción de IPv6. - Asequibilidad de teléfonos inteligentes por encima del promedio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de 5G con puntaje bajo, aunque superior a la media regional. - Velocidad de descarga de banda ancha fija inferior a la media de Latinoamérica. - Puntaje bajo en capacidad de computación de alto rendimiento (HPC), centros de datos certificados y servidores seguros. - Puntaje mínimo en IXP. - Puntaje inferior a la media en cómputo. - Costo de banda ancha fija alto en relación al ingreso per cápita.

Dimensión/ Indicador	Fortalezas	Debilidades
Talento Humano	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación general por encima del promedio regional. - Alta alfabetización en IA y educación temprana en ciencia. - Penetración de habilidades en IA y número de licenciados en STEM por encima de la media. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel bajo en habilidad en inglés. - Programas de magister en IA por debajo de la media en cuanto a acreditación y ranking.
Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+A)	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación general muy por encima del promedio regional, demostrando potencial. - Número de investigadores especializados en IA por encima de la media. - Proporción de mujeres investigadoras en IA superior al promedio regional. - Alto número de inversiones privadas y empresas unicornio. - Puntaje máximo en cantidad de patentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja productividad e impacto de la investigación en IA. - Baja participación en “main tracks” de eventos de IA. - Puntajes inferiores a la media en empresas de IA, gasto en I+D en proporción al PIB, desarrollo de aplicaciones y entorno emprendedor.
Desarrollo en IA	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación general por encima del promedio regional. - Calidad del software de código abierto ligeramente por encima de la media. - Puntaje máximo en cantidad de patentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puntaje cercano a cero en productividad de código abierto.

Dimensión/ Indicador	Fortalezas	Debilidades
Marco Regulatorio	<ul style="list-style-type: none"> - Puntuación general por encima del promedio regional. - Puntaje máximo en mitigación de riesgos y alta puntuación en ciberseguridad y protección de datos. - Sustentabilidad por encima del promedio regional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de un marco regulatorio en el área de seguridad, precisión y confiabilidad.

Fuente: elaboración propia con datos del ILIA (2024).

En México, las Ciencias Físicas han visto una disminución considerable en su relevancia relativa en el ámbito de la inteligencia artificial (IA), pasando de un 16% a un 9% en 2023. Por otro lado, la Medicina Clínica ha experimentado un notable crecimiento, probablemente impulsado por la pandemia de COVID-19 en 2020, que aceleró la incorporación de tecnologías de IA en las investigaciones médicas. En 2023, la Medicina Clínica se estableció como la segunda disciplina más relevante, representando el 10% de los conceptos de la OCDE, solo superada por Economía y Negocios, que alcanzaron el 11%. El aumento de esta última disciplina desde 2020 puede interpretarse como un reflejo del auge de la innovación tecnológica y la aparición de nuevos modelos de negocio basados en IA en México, lo que resalta la creciente importancia de la IA como motor de transformación en el sector económico del país.

Estos datos sugieren una tendencia hacia una mayor adopción de IA en áreas estratégicas, posicionando a México como un actor clave en la región en la implementación de IA en economía y medicina.

América Latina es una región caracterizada por una diversidad considerable en cuanto a niveles de desarrollo económico, estructuras políticas y matices culturales (BID, 2022). Esta heterogeneidad exige que las metodologías de recolección de datos sean flexibles y adaptables a cada contexto local, lo que implica un desafío para mantener la consistencia comparativa entre países. La falta de adaptación puede llevar a resultados sesgados o a la omisión de información relevante (OECD, 2023). Según la UNESCO (2021), es fundamental que las herramientas de recolección de datos tengan en cuenta

las particularidades culturales y socioeconómicas para asegurar la validez y representatividad de los resultados.

La creación de redes de colaboración entre instituciones de la región es fundamental para un desarrollo de la IA que sea más robusto y sostenible. Esta articulación debiese promover la puesta en marcha de proyectos conjuntos y el intercambio de conocimientos y buenas prácticas. Además, la cooperación internacional es clave para que la región pueda incidir en la definición de la gobernanza global de la IA.

CONCLUSIONES

El ILIA 2024 ofrece una hoja de ruta valiosa para comprender el estado y las perspectivas de la IA en América Latina y el Caribe. A pesar de los retos significativos, la región cuenta con un enorme potencial para aprovechar la IA como una herramienta para el desarrollo inclusivo y sostenible. Para lograrlo, es fundamental una colaboración efectiva entre gobiernos, sector privado, academia y sociedad civil, así como una inversión decidida en infraestructura, educación y regulación.

El principal desafío que enfrenta la elaboración de índices como el de Inteligencia Artificial (IA) en América Latina radica en la recolección de datos primarios, un proceso intrínsecamente complejo en la región. Esta dificultad se deriva de la heterogeneidad socioeconómica, política y cultural de los 19 países involucrados, lo cual exige enfoques metodológicos adaptables y robustos (CEPAL, 2023). La recopilación precisa de datos en áreas cruciales, como la adopción de tecnologías de IA en la industria, requiere superar obstáculos significativos.

En resumen, la IA representa una oportunidad única para transformar las economías y sociedades de América Latina y el Caribe. Sin embargo, su éxito dependerá de la capacidad de la región para superar sus brechas y construir un futuro basado en la innovación, la equidad y la sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2022). *La inteligencia artificial en América Latina y el Caribe: oportunidades y desafíos*.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2023). *Panorama social de América Latina 2023*.
- ILIA (Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial). (2024). Informe general. Disponible en <https://indicelatam.cl/>
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2023). *OECD Skills Outlook 2023*.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2022). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*.

CAPÍTULO XVII

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MARKETING DIGITAL

LUCI CRISTINA SALAS NARVÁEZ¹

MARÍA TERESA MITE ALBÁN²

DIANA MARÍA LÓPEZ ÁLVAREZ³

NINOSKA DEL ROCÍO MARTINEZ NARANJO⁴

RESUMEN

Los avances tecnológicos avanzan rápidamente, y uno de los mayores logros es la Inteligencia Artificial (IA), que ha transformado el trabajo, el acceso a información y la creación de contenidos. Este estudio analiza la historia, clasificación y el impacto de la IA, así como su aplicación y beneficios en el Marketing Digital que siguen basándose en principios tradicionales, aunque han evolucionado significativamente con la incorporación de las tecnologías de la información y, más recientemente, de la Inteligencia Artificial (IA). La investigación tiene como objetivo fundamentar y analizar como beneficia el uso de la IA en el marketing digital. A través de una investigación documental que incluyó bases de datos en motores de búsqueda como Google Academic y revistas de rigor científico indexadas como Scielo, Elsevier, Dialnet entre otros, se concluyó que las nuevas tecnologías, especialmente la IA, se han convertido en una herramienta estratégica para la toma de decisiones y

¹ Universidad de Guayaquil – Facultad de Ciencias Administrativas – Carrera de Administración de Empresas.

² Universidad de Guayaquil – Facultad de Ciencias Administrativas – Carrera de Administración de Empresas.

³ Universidad Ecotec.

⁴ Investigador Externo.

la implementación de metodologías innovadoras en el ámbito del marketing digital.

Palabras Claves: Marketing Digital, Inteligencia Artificial, Marketing, IA.

ABSTRACT

Technological advances are advancing rapidly, and one of the greatest achievements is Artificial Intelligence (AI), which has transformed work, access to information and content creation. This study analyzes the history, classification and impact of AI, as well as its application and benefits in Digital Marketing that are still based on traditional principles, although they have evolved significantly with the incorporation of information technologies and, more recently, Artificial Intelligence (AI). The research aims to substantiate and analyze the use of AI in digital marketing as a benefit. Through documentary research that included web databases, Scopus and other scientific journals, it is concluded that new technologies, especially AI, have become a strategic tool for decision-making and the implementation of innovative methodologies in the field of digital marketing.

Keywords: Digital Marketing, Artificial Intelligence, Marketing, IA.

INTRODUCCIÓN

La globalización es un fenómeno impulsado por el desarrollo de tecnologías que facilitan la interconexión en cualquier parte del mundo. Este avance ha transformado significativamente la forma de hacer negocios, mientras que las innovaciones en tecnologías de la información han revolucionado los mercados internacionales (Medina-Chicaiza & Martínez-Ortega, 2020).

En los últimos años, la inteligencia artificial ha logrado importantes avances, desarrollando algoritmos capaces de realizar tareas que antes eran exclusivas de los humanos, como la traducción de idiomas, la generación de textos

creativos y el reconocimiento de imágenes y voz (Akter et al., 2022). Estas innovaciones se han integrado progresivamente en múltiples aspectos de la vida diaria.

Ante esta situación, las empresas deben ajustar sus estrategias de captación y fidelización de clientes, ya que la creciente cantidad de comercios digitales exige un impacto más fuerte en el mercado para enfrentar la competencia (Agarwal et al., 2021). En este contexto, es esencial reinventarse y crear nuevos escenarios más dinámicos, donde las tecnologías jueguen un papel clave en la relación entre la empresa y el cliente.

Ya que, la inteligencia artificial busca replicar las funciones cognitivas de la mente humana en las máquinas. Gracias a su capacidad de aprender y predecir a partir de bases de datos, la IA tiene un gran potencial en el ámbito del marketing, permitiendo el diseño de técnicas inteligentes para automatizar la experiencia del cliente en entornos interactivos que promuevan la creación de relaciones duraderas (Jarek & Mazurek, 2019)

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el marketing digital ha transformado la manera en que las empresas se relacionan con sus clientes y gestionan sus estrategias (Vlačić et al., 2021). Esta evolución abarca áreas clave como la personalización, la automatización, el análisis de datos y la publicidad programática. Un factor clave en este cambio ha sido el crecimiento de las plataformas de redes sociales (Bock et al., 2020).

Sitios como Facebook, Instagram, Twitter y YouTube desempeñan un papel esencial en la interacción entre empresas y consumidores, facilitando un flujo continuo de información y retroalimentación (Ananda et al., 2016), además de influir en la innovación y las estrategias de marketing empresarial (Appel et al., 2020).

El objetivo de este trabajo es analizar la transformación del marketing digital gracias a la inteligencia artificial, y como esta no solo optimiza las operaciones comerciales, sino que también permite a las marcas crear conexiones más profundas y personalizadas con sus clientes. Las empresas que adopten estas tecnologías estarán mejor posicionadas para liderar en un entorno digital cada vez más competitivo, aprovechando las oportunidades que ofrece esta revolución tecnológica.

METODOLOGÍA

Para este estudio se empleó un estudio con enfoque documental donde la investigación se basa en la revisión y análisis de fuentes ya existentes en motores de búsqueda como Google Academic y revistas de rigor científico indexadas como Scielo, Elsevier, Dialnet entre otros. Para lo cual se utilizó bases de datos ampliamente confiables en el campo de la investigación científica, además de consultar fuentes especializadas en marketing digital e inteligencia artificial en idiomas inglés como español.

Para Martínez-Corona, et. al. (2023) un análisis documental es una serie de técnicas y métodos que tienen como objetivo localizar, procesar y almacenar información en documentos, como primera etapa; para su posterior presentación, bajo las características de ser sistemática, coherente y argumentada en un nuevo documento

Se definen tres epígrafes a continuación: *1. La inteligencia artificial: Definición, Tipos y Aportes; 2. La Inteligencia Artificial en el Marketing Digital; 3. El futuro de la Inteligencia Artificial y su impacto.* En este contexto, la selección de artículos relevantes se basó en un criterio de selectividad que consideró la contribución de definiciones significativas al tema de estudio. Además, se incluyeron documentos publicados en los últimos diez años (2014-2024), debido a la actualidad del tema analizado.

RESULTADOS

A continuación, se exploran los principales aportes teóricos relacionados con la evolución de la inteligencia artificial y sus aplicaciones en el ámbito del marketing digital.

1. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DEFINICIÓN, TIPOS Y APORTES

Una definición aceptada sobre la Inteligencia artificial es la inteligencia demostrada por las máquinas (Shieber & Rapaport, 2005). Así mismo, Brooks (1991) argumentó que “el propósito de la inteligencia artificial es lograr que las computadoras realicen tareas que, al ser ejecutadas por humanos, se con-

sideran una manifestación de inteligencia.”. Aunque esta definición es válida, no resuelve por completo el problema, ya que asume un consenso general sobre el concepto de inteligencia. Si bien la inteligencia se relaciona principalmente con habilidades como el aprendizaje, la planificación y la resolución de problemas (Russell, 2022), también incluye aspectos como la comprensión, la autoconciencia, la inteligencia emocional, el razonamiento, la creatividad, la lógica y el pensamiento crítico (Makhlooq & Al Mubarak, 2024).

En este artículo, se propuso una definición más específica de la inteligencia artificial (IA) como “máquinas que imitan la inteligencia humana en tareas como aprender, planificar y resolver problemas mediante la creación de conocimiento autónomo de nivel superior”. Esta definición presentaba varias ventajas:

- Limitaba la noción de inteligencia a tres subtareas específicas.
- No afirmaba que la IA alcanzara la inteligencia, sino que imitaba algunos de sus resultados, evitando así debates filosóficos sobre si las máquinas podían ser consideradas inteligentes.
- Restringía la IA a algoritmos que generaban de manera autónoma nuevos constructos y estructuras de conocimiento.

La evolución de la inteligencia artificial (IA) ha sido un proceso fascinante que abarca más de siete décadas.

Figura 1. Temporalidad de la IA.

Nota: Tomado de Línea de Tiempo de la IA: Desde sus Inicios hasta Hoy, Rodrigo Olivares, 2024 <https://herramientas-ia.com/linea-de-tiempo-de-la-inteligencia-artificial/>

La inteligencia artificial ha recorrido un largo camino desde sus inicios teóricos hasta convertirse en una herramienta esencial en diversas industrias. Cada uno de estos hitos representa no solo avances tecnológicos, sino también cambios profundos en cómo interactuamos con las máquinas y cómo estas influyen en nuestra vida diaria.

Tipos y Aportes de la Inteligencia Artificial

Fue un hecho que, en su momento, la Inteligencia Artificial se convirtió en un aspecto fundamental para una gran cantidad de sectores industriales, como la medicina, el arte y la educación (Marín Morales & Palma Méndez, 2008). Esto permitió ofrecer alternativas que hacían posible realizar tareas de manera más eficaz y en menos tiempo. Sin embargo, no todos los sistemas inteligentes podían ser utilizados para la misma finalidad, ni se trataba de una tecnología uniforme (Corvalán, 2018). Por ello, fue importante distinguir los diferentes tipos que se podían contemplar tales como:

- **Inteligencia Artificial Débil:** La inteligencia artificial débil era el tipo más sencillo que existía, también conocida como inteligencia artificial estrecha. Este tipo de IA se refería a sistemas diseñados para realizar tareas concretas, pero con limitaciones tecnológicas significativas.

- **Inteligencia Artificial General:** En un nivel más avanzado, se encontraba la “Inteligencia Artificial General” (AGI), que se asemejaba más a la mente humana. Esta forma de inteligencia incluía máquinas capaces de entender, analizar y aprender de manera similar a como lo hacía un ser humano.
- **Inteligencia Artificial Superinteligente:** Finalmente, en la cúspide de la escala de las máquinas capaces de pensar, se hallaba la inteligencia artificial superinteligente (ASI). Esta categoría representaba un nivel de inteligencia que había sido explorado ampliamente en la ciencia ficción.

Tabla 1. Tipos de IA.

TIPO DE IA	VENTAJAS	DESAFÍOS
Sistemas Expertos	Eficiencia y disponibilidad 24/7	Flexibilidad limitada y dependencia de expertos humanos
Redes Neuronales Artificiales	Aprendizaje automático y manejo de datos no lineales	Requieren grandes cantidades de datos y son una “caja negra”
Deep Learning	Manejo de datos complejos y mejora continua	Necesidad de grandes cantidades de datos y potencia de cálculo, y son una “caja negra”
Robótica	Automatización de tareas físicas y trabajo en entornos hostiles	Costo y flexibilidad limitada
Agentes Inteligentes	Automatización de tareas digitales y personalización	Privacidad e interacciones complejas

Nota: Está tabla presenta las tecnologías conocidas que utilizan IA. Tomado de Coppola (2024), HubSpot.

Hoy en día, muchas empresas utilizan la inteligencia artificial en sus áreas empresariales. Podemos mencionar algunos ejemplos como:

- **Amazon:** es una empresa que implementa en su funcionamiento este tipo de tecnología. Para ello, utiliza medidas como el análisis de datos de las ventas realizadas por la empresa, patrones de consumo para controlar el correcto funcionamiento del suministro de sus productos y así tener un equilibrio entre pedidos y ventas.
- **Coca-Cola:** se utiliza para mejorar su eficacia, abaratando costes. Para ello, realiza un análisis de las ventas y de los patrones de consumo, calculando las demandas y ajustando su producción a las mismas.

- Ford: otra de las empresas en las que se ha utilizado, es en el sector automovilístico. En él, se ha conseguido minimizar los errores humanos, aumentando la calidad de sus productos mediante la monitorización y ajustes de los procesos de producción (Torres Rivera & Díaz-Torres, 2023).

Con la introducción de este elemento, el mundo de los negocios se ha transformado. Por ello, es necesario optimizar beneficios y conseguir que las empresas sigan siendo competitivas (Peixoto & Espina-Romero, 2024). De forma progresiva, su instalación en las empresas supondrá un cambio en las estrategias utilizadas, los clientes obtendrán mejor servicio y la calidad de los productos se verá beneficiada al evitarse errores en las cadenas de producción (Zúñiga et al., 2023)

A nivel laboral, supondrá un impacto mayúsculo en los trabajadores y será necesario reestructurar el mercado laboral. Desde una perspectiva estratégica, la IA está adquiriendo cada vez mayor importancia en el marketing (Torres Rivera & Díaz-Torres, 2023). Empresas como Google, Rare Carat, Spotify y Under Armor se encuentran entre la creciente lista de empresas que mejoran su desempeño mediante la adopción de plataformas basadas en IA (como Microsoft Cognitive Services, Amazon Lex, Google Assistant o IBM Watson). Este enfoque aumenta la interacción con los clientes en todos los canales de Marketing y Mejora la Previsión y la automatización del mercado (Barrios, 2023).

2. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MARKETING DIGITAL

El marketing digital había revolucionado la forma en que se utilizaba la tecnología para promover los negocios. En el pasado, eran las empresas que comercializaban los productos las que controlaban la información, lo que resultaba en una perspectiva sesgada (Peixoto & Espina-Romero, 2024). La información que recibían los consumidores sobre productos y servicios estaba bajo el control de las empresas, lo que limitaba la imparcialidad de los datos.

Con la llegada de la era digital, los consumidores comenzaron a intervenir de manera activa en el proceso de compra. Se convirtieron en agentes activos que incluso influían en la creación y desarrollo de nuevos productos (Sultoni

et al., 2022). Cuando un comprador entraba en contacto con un vendedor, ya había completado aproximadamente el 60% del proceso de compra, lo que reflejaba un cambio significativo en la dinámica entre empresas y consumidores (Torres Rivera & Díaz-Torres, 2023).

Pero las redes sociales emergieron como una herramienta poderosa para promocionar y comercializar marcas y productos en la era contemporánea. Plataformas como Facebook e Instagram desempeñaron un papel crucial en este entorno, permitiendo a las empresas conectarse con los consumidores y recopilar sus conocimientos (Mackay-Castro et al., 2023). La evolución de las estrategias de marketing digital transformó la concepción, características e implementación del marketing en el entorno empresarial

A nivel mundial, muchas empresas utilizaron inteligencia artificial en sus procesos de marketing o desarrollaron programas y sistemas de este tipo (Trelles Villanueva & Martín-Cárdaba, 2024). Un ejemplo notable fueron las asistentes virtuales más conocidas, como Alexa, creada por Amazon, y Siri, desarrollada por Apple. Ambas eran inteligencias artificiales diseñadas para comprender lo que los usuarios les decían y realizar las acciones o tareas solicitadas (Solís-Bone, 2024).

Por ello, la inteligencia artificial ha sido un catalizador de cambio en el ámbito comercial, su impacto fue particularmente significativo en las pequeñas y medianas empresas, algunas de las cuales en Ecuador utilizaban inteligencia artificial y seguían un proceso específico para su implementación (Solís-Bone, 2024). A nivel regional, la IA tenía el potencial de transformar el panorama del marketing en Ecuador, mejorando la eficiencia, la toma de decisiones y la experiencia del cliente. A continuación, se presentaban algunas de las empresas que usaban IA en su área de marketing.

Tabla 2. Empresas en Ecuador que utilizan IA en Marketing.

Empresas	IA en Marketing	Descripción
Banco Pichincha	Recomendación personalizada. Chatbots	Utiliza chatbots con IA para brindar atención al cliente 24/7, ofrece recomendaciones de productos personalizados y optimiza sus campañas publicitarias.

Empresas	IA en Marketing	Descripción
Corporación Favorita	Personalización, automatización de procesos	Implementa IA en su plataforma digital Supermaxi para la búsqueda de productos, la personalización de ofertas y la automatización de procesos de compra.
Grupo Eljuri	Personalización	Aprovecha la IA en sus tiendas Riocentro para la optimización de inventarios, la gestión de filas de espera y la personalización de experiencias de compra.
Pronaca	Predictivo	Utiliza IA en su cadena de suministro para la gestión de ganado, la optimización de rutas de distribución y la predicción de la demanda.
TAME	Personalización, automatización de procesos	Implementa IA en su plataforma web para la personalización de ofertas de vuelos, la automatización de procesos de reserva y la atención al cliente.
Kubiec	Recomendación	Aprovecha la IA en su plataforma de comercio electrónico para la recomendación de productos, la optimización de precios y la detección de fraudes.
Banco Guayaquil	Chatbots, análisis predictivo, automatización	Utiliza chatbots con IA para brindar atención al cliente, ofrece análisis predictivos para la gestión de riesgos y automatiza tareas de marketing.
Teleamazonas	Contenido personalizado en plataforma	Implementa IA en su plataforma de noticias para la generación de contenido personalizado, la detección de noticias falsas y la optimización de la publicidad.
Corporación Nobis	Personalización	Aprovecha la IA en sus empresas Nobis Car y Marathon Sports para la personalización de ofertas de vehículos y ropa deportiva, la optimización de inventarios y la atención al cliente.
CNT	Personalización	Utiliza IA en su plataforma CNT Móvil para la optimización de redes, la detección de fraudes y la personalización de ofertas de servicios.

Nota: Las empresas Ecuatorianas están adoptando estas tecnologías a fin de obtener una ventaja competitiva significativa Tomado de *La inteligencia artificial y su influencia en el proceso de compra en los consumidores de la Generación Z*, Solís-Bone (2024).

La inteligencia artificial influye directamente en el marketing digital con la integración de diferentes herramientas que facilitan el día a día el trabajo. Por ejemplo, hoy la IA según Nicolas Andrade (2024)

“Analizar la información de las campañas para optimizar con datos y poder generar segmentaciones avanzadas, predecir tendencias y por sobre todo analizar el rendimiento en tiempo real para poder personalizar el contenido y aumentar la relevancia según el historial de navegación, preferencias y comportamiento de los usuarios”

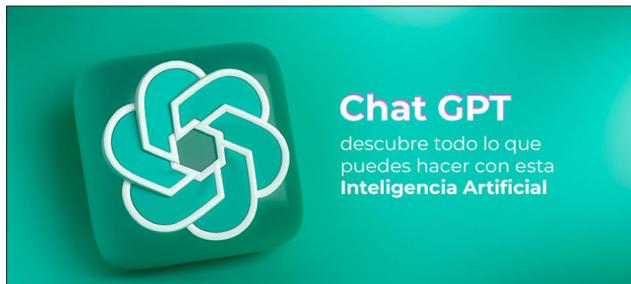
Algunas de los campos en que la IA está influyendo son:

1. **Segmentación de audiencia:** la IA permite una segmentación de audiencia más precisa, identificando patrones y comportamientos gracias al alto volumen de datos que son capaces de procesar.
2. **Optimización del rendimiento:** la IA ayuda a monitorear y ajustar campañas continuamente, maximizando el retorno de inversión y reduciendo costos.
3. **Análisis predictivo:** utilizando grandes volúmenes de datos, la IA puede predecir tendencias futuras y comportamientos del consumidor, permitiendo a las empresas adelantarse a la competencia. (Andrade, 2024)

La Inteligencia Artificial era inmensamente útil, ya que suponía un apoyo para los trabajadores, liberándolos para que pudieran realizar otro tipo de tareas en las que necesariamente debía intervenir el ser humano. Contaba con aplicaciones (Apps) que facilitaban tanto las actividades cotidianas como las empresariales. Desde la creación de contenidos hasta la automatización de procesos, se habían vuelto esenciales para cualquier persona.(Parada, 2024).

Como ChatGPT un modelo de lenguaje diseñado para generar contenido escrito que resultara coherente y detallado. Su avanzada comprensión del lenguaje lo convirtió en una herramienta ideal para las empresas que buscaban automatizar la comunicación con sus clientes o acelerar la producción de contenido (Diego et al., 2023).

Figura 2. App IA Chat GPT.



Nota: Chat GPT está codificado en lenguaje GPT-3 el cual es desarrollado por OpenAI. El Chat GPT es una variante del lenguaje GPT que se creó con el objetivo de generar texto que suene como el habla humana.

Además de ser útiles para la creación de contenido, los prompts ayudaban a adaptar los textos a las necesidades y características específicas de cada campaña. Esto resultaba crucial para aquellas estrategias en las que la personalización marcaba la diferencia entre el éxito y el fracaso, tanto en SEO como en SEM.

Ejemplo de Prompts en ChatGPT: *Respuestas de un chatbot para un Ecommerce de Moda*

Eres la encargada del servicio de atención al cliente de un ecommerce de moda. Has tenido que retirar una camiseta de una marca popular entre tus clientes por motivos relacionados con el contrato legal, lo que está generando consultas en el chat sobre la disponibilidad del producto.

Debes preparar tres respuestas automáticas para tu chatbot que expliquen la situación de manera clara y profesional, cuidando la experiencia de usuario. Cada respuesta debe tener menos de 80 palabras.

- *Respuesta 1: usa un tono más informal y no hace referencia a los motivos (contrato legal)*
- *Respuesta 2: usa un tono formal, pero cercano, y nombra brevemente los motivos*
- *Respuesta 3: usa un tono más informal, no hace referencia a los motivos y ofrece un producto alternativo*

Las tres respuestas deben tener un tono educado, cercano y profesional, asegurando que el cliente se sienta bien atendido y tenga interés en seguir explorando la tienda (Sánchez-Morrón, 2024)

Respuesta de ChatGPT



Respuesta 1 (tono informal, sin referencia a motivos):

¡Hola! Lamentablemente, ya no tenemos disponible esa camiseta que estabas buscando. Sabemos que es muy popular entre nuestros clientes, pero tenemos muchas otras prendas que seguro te encantarán. ¡Explora nuestra colección y descubre tus nuevas favoritas! 😊

Respuesta 2 (tono formal, con referencia breve a motivos):

Estimado/a cliente, lamentamos informarle que la camiseta de su interés ha sido retirada de nuestra tienda debido a razones contractuales. Le invitamos a explorar otros productos similares en nuestra colección. Agradecemos su comprensión y estamos a su disposición para cualquier consulta adicional.

Respuesta 3 (tono informal, ofrece alternativa):

¡Hola! Parece que la camiseta que querías ya no está disponible, pero no te preocupes. Tenemos otras opciones increíbles en nuestra tienda. ¿Qué te parece echarle un vistazo a nuestras nuevas camisetas? Seguro que encuentras algo que te guste. 😊



Otro ejemplo: Email marketing B2B

Voy a lanzar una campaña de email marketing B2B para invitar a profesionales del sector digital al evento exclusivo «CONNECTAMAD» en Madrid. Datos clave:

- *El evento se celebra el 25 de noviembre en Madrid.*
- *Está dirigido a responsables de marketing digital y gerentes de empresas B2B.*
- *Se ofrecerán estudios de caso y demostraciones prácticas de herramientas de social media.*

El tono del email debe ser profesional, pero cercano. Está dirigido a empresas, pero queremos mostrarnos cercanos. Tutea al destinatario.

Proporciona:

a) Dos propuestas de líneas de asunto atractivas, de menos de 80 caracteres y que optimicen la tasa de apertura.

b) Una introducción de 70-90 palabras que mencione el evento en Madrid y por qué tiene valor para el destinatario.

c) A continuación, una lista de cuatro beneficios de asistir al evento: acceso a +10 expertos en social media, oportunidades de networking, talleres prácticos, etc.

d) Tres propuestas de llamada a la acción clara, de 29 caracteres como máximo, que inviten a apuntarse (Sánchez-Morrón, 2024).

Respuesta de ChatGPT



a) Dos propuestas de líneas de asunto:

1. "¿Listo para liderar el cambio en social media? Únete a CONECTAMAD en Madrid"
2. "Descubre las mejores estrategias de social media en CONECTAMAD. ¡Reserva tu plaza!"

b) Introducción:



Te invitamos a **CONECTAMAD**, un evento exclusivo de social media que se celebrará el próximo 25 de noviembre en Madrid. Si eres responsable de marketing digital o gerente en una empresa B2B, este evento es tu oportunidad para descubrir las últimas tendencias y estrategias en redes sociales. Podrás interactuar con expertos y aprender de casos reales que te ayudarán a mejorar la presencia digital de tu negocio. No te pierdas esta ocasión única de llevar tu estrategia al siguiente nivel.

c) Beneficios de asistir al evento:

- Acceso exclusivo a más de 10 expertos en social media.
- Oportunidades para establecer relaciones clave con otros líderes del sector.
- Talleres prácticos para implementar de inmediato lo aprendido.
- Estudios de caso reales que te ayudarán a transformar tu estrategia digital.

d) Propuestas de llamada a la acción:

1. "Apúntate ya y asegura tu plaza"
2. "Reserva tu lugar ahora mismo"
3. "Regístrate y no te lo pierdas"



La inteligencia artificial de este chatbot estimula la creatividad y agiliza las tareas esenciales en el desarrollo de campañas. Sin embargo, aprender a utilizarlo y proporcionarle el contexto adecuado era clave para obtener contenido de valor (Diego et al., 2023).

3. EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU IMPACTO

En los años siguientes, se convirtió en uno de sus mejores aliados, integrándose en sus actividades y permitiendo que estas se realizaran con mayor rapidez y máxima eficacia (Garbuio & Lin, 2019).

En lo que respecta al marketing digital, a nivel de mercadotecnia, contribuyó a personalizar el contenido de las campañas publicitarias, logrando alcanzar a los clientes potenciales de manera más específica (Sridhar & Fang, 2019). Esto permitió a la empresa acortar el tiempo de retorno de la inversión. Además, aportó elementos como:

- El aprendizaje profundo (deep learning) permitió el uso de imágenes en lugar de texto para las compras en línea de productos. Además, logró identificar logotipos en imágenes compartidas por los clientes a través de las redes sociales y dirigió la publicidad en las plataformas según las preferencias visuales de los consumidores.
- Por su parte, las cadenas de bloques (blockchain) posibilitaron la ejecución de campañas publicitarias a través de múltiples canales de información, como portátiles, tabletas y dispositivos móviles.
- Finalmente, el big data proporcionó importantes volúmenes de información que, una vez analizada, se utilizó para predecir el comportamiento de los consumidores (Mackay-Castro et al., 2023)

CONCLUSIÓN

En esta investigación se obtuvo una perspectiva integral sobre cómo la inteligencia artificial estaba transformando los procesos de marketing digital. El estudio se enfocó en analizar el impacto de esta tecnología, lo que permitió identificar cómo las empresas y los profesionales del marketing la utilizaban para mejorar sus estrategias, tomar decisiones más fundamentadas y optimizar la experiencia del consumidor.

Entre las aplicaciones más destacadas se incluyeron la personalización de campañas, el análisis predictivo, la segmentación de clientes, la automatización de tareas y la implementación de chatbots para la atención al cliente. Estos procesos no solo ayudaron a las empresas a optimizar sus recursos, sino también a adaptarse de manera más efectiva a las necesidades y comportamientos de sus audiencias, haciendo sus estrategias más precisas y eficientes.

Este proceso de adopción acelerada de tecnologías de inteligencia artificial en el ámbito del marketing abrió nuevas oportunidades tanto laborales como empresariales. El uso de la inteligencia artificial dejó de ser una proyección futurista para convertirse en una herramienta presente y esencial que transformó la forma en que se diseñaban e implementaban las estrategias de marketing digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, G. K., Magnusson, M., & Johanson, A. (2021). Edge AI Driven Technology Advancements Paving Way Towards New Capabilities. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 18(01). <https://doi.org/10.1142/S0219877020400052>
- Akter, S., Michael, K., Uddin, M. R., McCarthy, G., & Rahman, M. (2022). Transforming business using digital innovations: the application of AI, blockchain, cloud and data analytics. *Annals of Operations Research*, 308(1–2), 7–39. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03620-w>
- Ananda, A. S., Hernández-García, Á., & Lamberti, L. (2016). N-REL: A comprehensive framework of social media marketing strategic actions for marketing organizations. *Journal of Innovation & Knowledge*, 1(3), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2016.01.003>

- Andrade, N. (2024). *El impacto de la IA en las campañas publicitarias*. <https://www.Cebra.Com/Blog/Inteligencia-Artificial-Campanas-Publicitarias>.
- Appel, G., Grewal, L., Hadi, R., & Stephen, A. T. (2020). The future of social media in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 79–95. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00695-1>
- Barrios, I. (2023). Inteligencia artificial y redacción científica: aspectos éticos en el uso de las nuevas tecnologías. *Medicina Clínica y Social*, 7(2), 46–47. <https://doi.org/10.52379/mcs.v7i2.278>
- Bock, D. E., Wolter, J. S., & Ferrell, O. C. (2020). Artificial intelligence: disrupting what we know about services. *Journal of Services Marketing*, 34(3), 317–334. <https://doi.org/10.1108/JSM-01-2019-0047>
- Brooks, R. A. (1991). Intelligence Without Reason. In M. Ray & J. Reiter (Eds.), *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence* (pp. 569–569). Morgan Kaufmann.
- Corvalán, J. G. (2018). Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades – Prometea: la primera inteligencia artificial de Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista de Investigações Constitucionais*, 5(1), 295. <https://doi.org/10.5380/rinc.v5i1.55334>
- Diego, F., Morales, I., & Vidal Ledo, M. (2023). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Scielo, Educación Médica Superior*, 37(2).
- Garbuio, M., & Lin, N. (2019). Artificial Intelligence as a Growth Engine for Health Care Startups: Emerging Business Models. *California Management Review*, 61(2), 59–83. <https://doi.org/10.1177/0008125618811931>
- Jarek, K., & Mazurek, G. (2019). Marketing and Artificial Intelligence. *Central European Business Review*, 8(2), 46–55. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.213>
- Mackay-Castro, C., Muñoz-Feraud, I., Medrano-Freire, E., & Mackay-Véliz, R. (2023). La inteligencia artificial como nueva alternativa para el marketing. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(6), 660–670. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.6.2099>
- Makhlooq, A., & Al Mubarak, M. (2024). Artificial Intelligence and Marketing: Challenges and Opportunities. In *Technological Innovations for Business, Education and Sustainability* (pp. 3–16). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-106-620241001>
- Marín Morales, R. L., & Palma Méndez, J. T. (2008). *Inteligencia artificial: Técnicas, métodos y aplicaciones*. McGraw-Hill, Interamericana de España, ISBN: 978-84-481-5618-3.

- Martínez-Corona, J. I., Palacios-Almón, G. E., & Oliva-Garza, D. B. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai*, 67–83. <https://doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm>
- Medina-Chicaiza, P., & Martínez-Ortega, A. G. (2020). Tecnologías en la inteligencia artificial para el Marketing: una revisión de la literatura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 4(30), 36–47. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss30.2020pp36-47>
- Parada, P. (2024, November). *Las 26 mejores aplicaciones y herramientas de Inteligencia Artificial por categorías*. <https://Www.Iebschool.Com/Blog/Herramientas-Aplicaciones-Inteligencia-Artificial-Big-Data/>.
- Peixoto, E., & Espina-Romero, L. C. (2024). Mapping digital marketing research in social networks: A short-term bibliometric analysis (2018-2023). *Ciencias Sociales*, XXX(2), 15–31.
- Russell, S. (2022). Artificial Intelligence and the Problem of Control. In *Perspectives on Digital Humanism* (pp. 19–24). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86144-5_3
- Sánchez-Morrón, C. (2024, September). *5 estrategias de ChatGPT para marketing digital*. <https://Www.Brevo.Com/Es/Blog/Chat-Gpt-Marketing-Digital/>.
- Shieber, S., & Rapaport, W. J. (2005). The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence. *Computational Linguistics*, 31(3), 407–412. <https://doi.org/10.1162/089120105774321127>
- Solís-Bone, D. (2024). *La inteligencia artificial y su influencia en el proceso de compra en los consumidores de la generación Z, Guayaquil 2024* [Pre-grado]. Universidad de Guayaquil.
- Sridhar, S., & Fang, E. (2019). New vistas for marketing strategy: digital, data-rich, and developing market (D3) environments. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 47(6), 977–985. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00698-y>
- Sultoni, M. H., Sudarmiatin, S., Hermawan, A., & Sopiah, S. (2022). Digital marketing, digital orientation, marketing capability, and information technology capability on marketing performance of Indonesian SMEs. *International Journal of Data and Network Science*, 6(4), 1381–1388. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.5.013>
- Torres Rivera, D., & Díaz-Torres, L. (2023). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en los Modelos de Negocios Digitales. *Recherche En Sciences de Gestion-Management Sciences*, 67–88.

- Trelles Villanueva, A., & Martín-Cárdaba, M. A. (2024). El papel del disclosure en los posts de los influencers en Instagram. *European Public & Social Innovation Review*, *10*, 1–15. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-414>
- Vlačić, B., Corbo, L., Costa e Silva, S., & Dabić, M. (2021). The evolving role of artificial intelligence in marketing: A review and research agenda. *Journal of Business Research*, *128*, 187–203. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.055>
- Zúñiga, F., Mora Poveda, D. A., & Molina Mora, D. P. (2023). La importancia de la inteligencia artificial en las comunicaciones en los procesos marketing. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 19–39. <https://doi.org/10.15178/va.2023.156.e1474>

CAPÍTULO XVIII

EL IMPACTO DE LAS TRANSFERENCIAS SOCIALES SIN CONTRAPRESTACIÓN EN MÉXICO: COMPORTAMIENTO, PRODUCCIÓN Y SUSTENTABILIDAD EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

JORGE ALBERTO ROSAS CASTRO¹
GABRIELA CAMACHO DEONICIO²

RESUMEN

Este capítulo examina el impacto de las transferencias sociales sin contraprestación en México, centrándose en programas como la Pensión para el Bienestar y las Becas Benito Juárez. Analiza cómo estas políticas afectan el comportamiento de los beneficiarios, la producción de bienes y servicios, el desarrollo sustentable y las finanzas públicas. Además, explora el uso de la inteligencia artificial (IA) como herramienta para optimizar y evaluar el impacto de estas políticas. Concluye que, aunque los programas han mejorado el bienestar de millones, enfrentan desafíos en su sostenibilidad y efectividad, y la IA ofrece una oportunidad para maximizar sus beneficios.

¹ Profesor investigador, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México

² Coordinadora Editorial, Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales (REMINEO), A. C, Ciudad de México, México.

ABSTRACT

This chapter examines the impact of unconditional social transfers in Mexico, focusing on programs such as the Pension for Well-being and Benito Juárez Scholarships. It analyzes how these policies affect beneficiaries' behavior, the production of goods and services, sustainable development, and public finances. Additionally, it explores the use of artificial intelligence (AI) as a tool to optimize and evaluate the impact of these policies. It concludes that while the programs have improved the well-being of millions, they face challenges in sustainability and effectiveness, and AI offers an opportunity to maximize their benefits.

INTRODUCCIÓN

La inclusión de las transferencias sociales sin contraprestación en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos representa un cambio significativo en el enfoque de la política social, Diario Oficial de la Federación (2019). Programas como la Pensión para el Bienestar y las Becas Benito Juárez son ejemplos de una garantía de ingreso que no exige contraprestaciones por parte de los beneficiarios, asegurando su continuidad, Secretaría de Bienestar. (2022). Estos programas, diseñados para reducir la pobreza y la desigualdad, han generado un debate sobre sus impactos en la economía, el comportamiento de los beneficiarios y el desarrollo sustentable.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta poderosa para analizar y optimizar los impactos de estos programas. Este capítulo explora cómo las transferencias sociales afectan el comportamiento individual y colectivo, la producción de bienes y servicios, el desarrollo sustentable y las finanzas públicas en México. Además, analiza cómo la IA puede ser utilizada para mejorar el diseño y la evaluación de estas políticas.

MARCO CONCEPTUAL

Transferencias sociales sin contraprestación

Las transferencias sociales sin contraprestación son pagos regulares otorgados por el Estado a individuos o familias sin que estos deban realizar activi-

dades específicas a cambio. En México, destacan la Pensión para el Bienestar, dirigida a adultos mayores, y las Becas Benito Juárez, que apoyan a estudiantes en situación de vulnerabilidad. Estas medidas buscan garantizar un ingreso mínimo para reducir la pobreza y fomentar la equidad.

Dimensiones del impacto

El impacto de las transferencias puede analizarse desde cuatro dimensiones principales:

- **Comportamiento de los beneficiarios:** Cambios en las decisiones laborales, educativas y de consumo.
- **Producción de bienes y servicios:** Impactos en la demanda y oferta de sectores clave.
- **Desarrollo sustentable:** Relación con la reducción de desigualdades y objetivos ambientales.
- **Finanzas públicas:** Sostenibilidad fiscal y eficiencia en el uso de recursos públicos.

Relación con la inteligencia artificial

La IA permite analizar grandes volúmenes de datos y detectar patrones complejos Russell, S., y Norvig, P. (2020), haciendo posible:

- Predecir impactos económicos y sociales a largo plazo. Por ejemplo, un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021) muestra cómo algoritmos de IA pueden identificar patrones en los datos de transferencia de ingresos para anticipar su efecto en la reducción de desigualdades regionales.
- Diseñar programas personalizados según las necesidades regionales. Por ejemplo, en Brasil, la plataforma de IA utilizada por el programa Bolsa Família permite identificar patrones de necesidades en comunidades específicas, mejorando la distribución de recursos (World Bank, 2021).
- Evaluar el desempeño de las políticas en tiempo real. Por ejemplo, en Colombia, el uso de plataformas de IA en el programa “Familias en Acción” ha permitido monitorear indicadores clave como la asisten-

cia escolar y el acceso a servicios de salud, ajustando la estrategia de implementación según los resultados obtenidos (World Bank, 2020).

Impactos en las dimensiones clave, Levy, S. (2008)

Comportamiento de los beneficiarios

Impactos positivos:

- Incremento en la percepción de seguridad económica.
- Mayor gasto en educación, salud y bienes esenciales.
- Reducción del estrés financiero, mejorando el bienestar subjetivo.

Desafíos:

- Posible desincentivo para formalizarse en el mercado laboral.
- Cambios en la motivación laboral que podrían reducir la participación en sectores productivos.

Producción de bienes y servicios

Efectos directos:

- Incremento en la demanda de bienes básicos y servicios locales.
- Mayor dinamismo en economías regionales con alta participación en programas sociales.

Efectos indirectos:

- Riesgo de dependencia en transferencias que no se traduce en mayor producción formal.
- Menor presión para innovar en sectores con alta demanda subsidiada.

Desarrollo sustentable

Impactos positivos:

- Reducción de desigualdades económicas que promueve cohesión social.

- Posible inversión en infraestructura sustentable en comunidades rurales.

Riesgos:

- Desconexión entre las políticas de transferencias y objetivos ambientales claros.
- Ausencia de incentivos para adoptar prácticas de producción verde.

Finanzas públicas

Ventajas:

- Reducción de costos asociados a la pobreza, como gastos en salud y seguridad.
- Mejora en el bienestar general que podría reducir demandas sociales.

Desafíos:

- Presiones fiscales crecientes debido a la universalidad de los programas.
- Impacto en la recaudación fiscal si no se fomenta la transición a la formalidad laboral.

Relación entre el tema y la inteligencia artificial

La IA puede desempeñar un papel fundamental en el éxito de las transferencias sociales:

- **Modelos predictivos:** Uso de algoritmos para anticipar el impacto de cambios en las transferencias.
- **Optimización de recursos:** Diseño de estrategias que maximicen el beneficio social con el menor costo.
- **Personalización:** Adaptación de programas a necesidades específicas de comunidades y regiones.

Por ejemplo, algoritmos de machine learning podrían analizar datos de consumo para identificar áreas donde las transferencias tengan el mayor impacto. Asimismo, la IA puede evaluar el cumplimiento de metas relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

ESTUDIOS DE CASO Y APLICACIONES PRÁCTICAS

En México, la Pensión para el Bienestar ha mostrado beneficios en comunidades rurales, donde los ingresos complementarios fortalecen economías locales. Un informe del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2021) documenta que este programa ha incrementado el gasto en bienes esenciales en estas comunidades, generando un impacto positivo en el comercio local. Sin embargo, un análisis con IA podría revelar patrones más específicos, como:

- Cambios en el gasto promedio de los hogares.
- Efectos en la educación y salud de niños en familias beneficiarias.
- Identificación de áreas donde los programas no han alcanzado su potencial.

CONCLUSIÓN

Las transferencias sociales sin contraprestación en México tienen un impacto multidimensional que abarca el comportamiento individual, la economía y el desarrollo sustentable. Si bien estos programas han mejorado el bienestar de millones de personas, también enfrentan desafíos significativos en su sostenibilidad y efectividad.

La inteligencia artificial ofrece herramientas para superar estos desafíos, optimizando el diseño y evaluación de políticas.

RECOMENDACIONES

1. Fortalecer la sostenibilidad financiera:

Implementar estrategias fiscales que garanticen la sostenibilidad a largo plazo de las transferencias sociales, como la ampliación de la base tributaria mediante incentivos para la formalización laboral.

2. Integrar objetivos de desarrollo sustentable:

Conectar los programas de transferencias sociales con metas ambientales específicas, como la promoción de tecnologías limpias y prácticas sostenibles en comunidades beneficiarias.

3. **Ampliar el uso de inteligencia artificial:**
Invertir en plataformas de IA que permitan personalizar los programas según las necesidades locales y monitorear en tiempo real los resultados para realizar ajustes oportunos.
4. **Fomentar la inclusión social y económica:**
Diseñar complementos a las transferencias que incentiven la participación laboral, la capacitación y el emprendimiento, especialmente en comunidades rurales.
5. **Realizar evaluaciones periódicas de impacto:**
Establecer mecanismos de evaluación independientes para analizar el efecto de los programas en variables clave como la reducción de la pobreza, el acceso a servicios básicos y el dinamismo económico regional.
6. **Promover la colaboración interdisciplinaria:**
Involucrar a expertos en economía, sociología, tecnología y medio ambiente para optimizar el diseño y la implementación de las políticas sociales.

REFERENCIAS

- Angrist, J., y Pischke, J. S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- Banerjee, A. V., y Duflo, E. (2011). *Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty*. PublicAffairs.
- Secretaría de Bienestar. (2023). *Pensión para el Bienestar y su impacto social*. Gobierno de México.
- INEGI. (2022). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Ravallion, M. (2016). *The economics of poverty: History, measurement, and policy*. Oxford University Press.
- Russell, S., y Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson.
- World Bank. (2021). *World development report 2021: Data for better lives*. The World Bank.

Esta obra fue editada por:

**Red Mexicana de Investigadores
en Estudios Organizacionales (REMINEO), A.C.**

América 126-A int. 202, Col. Parque San Andrés,
Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04040

remineo.org

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI, redefiniendo industrias, economías y sociedades. Su impacto se extiende desde la automatización de tareas rutinarias hasta la resolución de problemas complejos que antes parecían insuperables y que la región de América Latina está aprovechando cada vez más. En octubre del año 2024 en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, se realizó el primer Congreso Internacional Multidisciplinario de la Red Internacional de Investigación entre Instituciones de Educación Superior realizado en la colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad de Guayaquil y la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil además de múltiples instituciones de Ecuador y América Latina. En este espacio se presentaron diversas temáticas en líneas innovadoras del conocimiento tales como Creatividad y Transformación Educativa; Producción Sostenible y Seguridad Alimentaria; Productividad, Tecnología e Inteligencia Artificial, siendo esta última dimensión una de las áreas más robustas del congreso, donde la participación del Laboratorio de Inteligencia Artificial del Departamento de Administración de la UAM Azcapotzalco desarrollo un taller de IA para investigadores e investigadoras y propicio el intercambio de experiencias que junto con las conferencias, ponencias y reflexiones del CIMUR, derivaron en la producción del presente texto, el cual analiza diversas áreas de impacto de la IA en Ecuador, México y el resto de América Latina. Si bien la velocidad a la que avanza la IA hace difícil su estudio y sobre todo su dominio, es fundamental que las instituciones educativas de la región, colaboren conjuntamente para proponer marcos normativos y reflexivos que sean parámetros legítimos para el uso y comprensión de la IA, siempre con un carácter social, humanista y de cuidado del ambiente.

ISBN 978-607-8049-13-4



9 786078 049134 >

