EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Coordinación
Oscar Lozano Carrillo
Alfredo Garibay Suárez

Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales
Unidad Azcapotzalco
Departamento de Administración
UAM

El futuro de la inteligencia artificial
Primera edición, julio 2024

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)

Editado por:

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

Parque del Emperador 14 Colonia El Parque
de Coyoacán, Coyoacán, Ciudad de México, CP 04890

ISBN: 978-607-8049-09-7

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.

EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Coordinación general del trabajo:

Oscar Lozano Carrillo
Alfredo Garibay Suárez

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

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 11
Oscar Lozano Carrillo

CAPÍTULO I
LA GÉNESIS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL:
DEL FUTURO A LA REALIDAD 23
Edgar Alfonso Sansores Guerrero

CAPÍTULO II
EMPLEO EN LA ERA DE LA IA: IMPACTOS, DESAFÍOS Y ESTRATEGIAS
PARA EL FUTURO LABORAL Y PROFESIONAL 49
Aylin Torres-Ramírez

CAPÍTULO III
LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EN FINANZAS: EFICIENCIA, OPORTUNIDADES Y
RETOS EN BANCA Y MERCADOS BURSÁTILES 65
Cinthia Noemi Zacatenco Arellano

CAPÍTULO IV
INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INMORTALIDAD 79
Oscar Lozano Carrillo

CAPÍTULO V
NODOS INTELIGENTES: CÓMO LA IA PUEDE
REDEFINIR LA EDUCACIÓN SUPERIOR..... 103
Rafael Angeles García

CAPÍTULO VI
LA METAMORFOSIS DE LA EDUCACIÓN
ANTE EL DESARROLLO DE LA IA 111
Yadira Zavala Osorio
Euridice Lechuga Pérez
Eduardo Pérez Juárez

CAPÍTULO VII
TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA: HACIA EL FUTURO CON INTELIGENCIA
ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN VIRTUAL 123
Virginia López Nevárez
Gisela Cota Yucupicio

CAPÍTULO VIII
EL IMPACTO DE LA IA EN EL DEPORTE..... 153
Marlene Atenea Grimaldo Ramírez

CAPÍTULO IX
INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA: LA PRÓXIMA FRONTERA DE LA
IA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA HUMANIDAD 165
Juan Andrés Niebla Raygoza
Juan Cayetano Niebla Zatarain
Oscar Lozano Carrillo

CAPÍTULO X
EL MIEDO A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL:
UN VIAJE DESDE EL Y2K HASTA HOY 191
Víctor Daniel Santos Hortelano

CAPÍTULO XI
LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL:
RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA HUMANIDAD 203
Juan Cayetano Niebla Zatarain
José Guadalupe Robles Hernández
Xiomara Penélope Zaldívar Colado
Oscar Lozano Carrillo

CAPÍTULO XII
COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y MULTIPLICACIÓN DE CAPACIDADES CON
INTELIGENCIA ARTIFICIAL:
FUTURO Y PERSPECTIVAS 217
Emily Nicole Silva Escamilla

CAPÍTULO XIII
EL FUTURO DE LAS ORGANIZACIONES:
IMPACTO DE LA IA EN EL CONTROL Y LA GESTIÓN 229
Pablo Payró Campos

CAPÍTULO XIV
EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN LA PLANEACIÓN
DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN MUNICIPIOS Y ALCALDÍAS EN MÉXICO.. 237
Jorge Alberto Rosas Castro
Gabriela Camacho Deonicio

CAPÍTULO XV
DESAFÍOS EN LA REGULACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y
PROTECCIÓN DE DATOS: ALGUNOS
PARALELOS ENTRE MÉXICO Y CHILE 253
Cristian Nova
Guillermo Rivera-Aguilera

CAPÍTULO XVI
RACIONALIDAD ARTIFICIAL: UN MODELO DE ANÁLISIS SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS ORGANIZACIONES 271
Francisco Javier Velázquez Sagahón
Juan Iván Vázquez García
Jesús Gilberto Flores Jaime
Amneris Aída Preciado Rocha

CAPÍTULO XVII
LOS PELIGROS DE LA FALTA DE EQUIDAD Y ACCESO A LA IA EN AMÉRICA LATINA 291
Yadira Zavala Osorio
Víctor Gómez–Quintero

CAPÍTULO XVIII
LEGISLACIÓN INTERNACIONAL EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL..... 305
Erika Lourdes González Rosas

CAPÍTULO XIX
ROMÁNTICOS Y TRANSHUMANISTAS, LA UTOPÍA DE LO DISTÓPICO 311
Alfredo Garibay Suarez

CAPÍTULO XX
TENDENCIAS DE LA INTERNACIONALIZACIÓN PARA UNA EDUCACIÓN 4.0 EN AMÉRICA LATINA 319
Francisco Javier Arias Vargas
Oscar Hernán Velásquez Arboleda
Oscar Lozano Carrillo
Edgar Alfonso Sansores Guerrero

CAPÍTULO XXI
2305: LA ÚLTIMA TRANSICIÓN..... 335
Alexander Naime Libien

CAPÍTULO XXII
LA HUMANIDAD Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA).
ASPECTOS ÉTICOS Y SOCIALES..... 357
Jesús Manuel Ramos García

CAPÍTULO XXIII
LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS ENERGÍAS
RENOVABLES: OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 373
Alejandra Jaramillo Rodríguez

CAPÍTULO XXIV
LA ECONOMÍA SOCIAL COMO COMPLEMENTO
PARA UNA IA MÁS HUMANA 385
Andrea Patricia Avilés Chacón
David Salvador Cruz Rodríguez

CAPÍTULO XXV
SINGULARIDAD, LA ÚLTIMA FRONTERA..... 397
Oscar Lozano Carrillo
Alfredo Garibay Suárez

INTRODUCCIÓN

OSCAR LOZANO CARRILLO[1]

Julio de 2024

El ser humano siempre se ha preguntado por lo que depara el futuro, sobre qué le va a suceder, condición que al parecer forma parte de un impulso nato con profundas raíces biológicas que se procesan como razones tales como, Curiosidad y Conocimiento, porque el deseo de descubrir y comprender el mundo que nos rodea es inherente a nuestra naturaleza. Preguntarnos sobre el futuro nos permite anticipar lo que puede suceder y aprender más sobre nuestro entorno, también es cuestión de Supervivencia y Adaptación, ya que pensar en el futuro nos ayuda a prepararnos para eventos que aún no han ocurrido, esta habilidad ha sido fundamental para nuestra evolución como especie ya que al anticipar posibles desafíos, podemos tomar medidas para sobrevivir y prosperar, pero además pensar en el futuro tiene un Sentido y un Propósito, puesto que las preguntas sobre el futuro nos ayudan a encontrar un propósito en la vida, debido a que buscamos significado y dirección, y reflexionar sobre lo que vendrá nos permite establecer metas y aspiraciones.

Sin embargo, desde hace un año[2], la inteligencia artificial (IA) emergió masiva y poderosamente en el mundo y ha comenzado a

---

[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] Si bien la inteligencia artificial tiene en desarrollo ya cerca de un siglo, no fue sino hasta el año 2023 cuando se detonó un desarrollo vertiginoso con la aparición de la IA generativa, que a diferencia de los desarrollos anteriores, con ella se puede crear nuevo conocimiento extrapolando sus datos de entrenamiento, y particularmente la gran diferencia con los modelos anteriores y esto si marca un hito, es la democratización de su uso, es decir hoy en

transformar nuestra percepción del futuro y la forma en que pensamos sobre él. Antes de su aparición, el ser humano imaginaba el porvenir de manera más estática y predecible. Ahora, con la aceleración tecnológica y la efimeridad del futuro, nuestras perspectivas han cambiado significativamente. En el pasado podría decirse que el futuro más estable y predecible. Antes de la IA, las visiones del futuro se basaban en extrapolaciones lineales de los avances tecnológicos existentes, una tecnología tardaba varios años en extenderse al uso de la población (ver **Figura 1**), hoy en día son pocos meses e incluso días (Mena, 2022). La ciencia ficción nos presentaba mundos futuros con naves espaciales, robots y colonias en otros planetas. Sin embargo, estas representaciones a menudo eran idealizadas y simplificadas. Las predicciones se centraban en la mejora gradual de la tecnología, sin considerar los giros inesperados o las disrupciones.

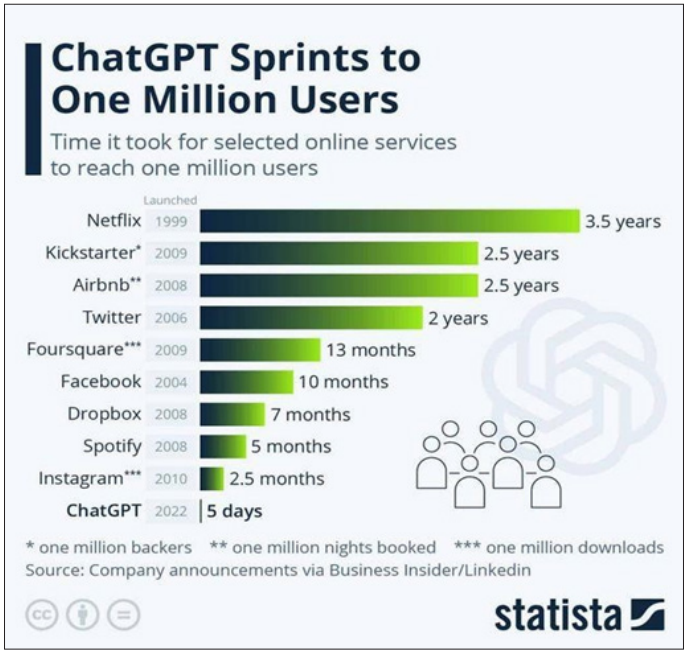
Figura 1. *Innovación en tecnologías, productos y servicios.*

Fuente: Mena (2022).

día cualquiera puede hacer uso de esta tecnología, siendo uno de sus más importantes y revolucionarios ejemplos, el chat GPT por sus siglas en inglés.

Ahora en el presente el cambio se aceleró y nuestras generaciones se han convertido en sociedades con mayor adaptabilidad. Con la llegada de la IA, el ritmo del cambio se ha vuelto más vertiginoso, por ejemplo, el *ChatGPT*[3] llegó a 1 millón de usuarios en solo cinco días (ver **Figura 2**), las máquinas aprenden, se adaptan y evolucionan rápidamente. Los algoritmos de aprendizaje automático procesan enormes cantidades de datos y generan predicciones precisas. Esto ha alterado nuestra percepción del futuro, haciéndolo más incierto y dinámico. Las empresas se enfrentan a desafíos constantes para mantenerse al día con las innovaciones y las tendencias emergentes.

Figura 2. *Evolución de ChatGPT.*



Fuente: Silverio (2024).

[3] ChatGPT tenía 180.5 millones de usuarios a febrero de 2024 y tan solo en el mes de febrero el sitio web de ChatGPT tuvo 1, 626 usuarios y a la fecha solo un 20 % de los usuarios de la tecnología de entre 18 a 29 años, no han usado ChatGPT.

Hoy en día, el futuro se liga al pasado en instantes sumamente cortos que por su velocidad podría decirse, eliminan el presente teniendo una especie de efimeridad del futuro permanentemente. La IA ha acelerado la obsolescencia de conocimientos y habilidades, lo que es relevante hoy puede volverse obsoleto en pocas horas, incluso minutos. La velocidad de cambio tecnológico nos obliga a adaptarnos continuamente. La efimeridad del futuro nos impulsa a ser más flexibles, a aprender de manera constante y a estar dispuestos a reinventarnos, ejemplo de ello es este mismo libro, que ha sido generado en pocos días y que no obstante su velocidad (gracias a la IA) gran parte de su contenido será rebasado en otros pocos días, sobre todo en cuanto a ejemplos de desarrollo tecnológico se refiere, con ello también nos estamos enfrentando a una necesidad permanente de reflexión epistemológica donde uno de los temas fundamentales será no sólo pensar como pensamos el futuro y el tiempo en general, sino nuestra colaboración, participación e integración con las maquinas. Por el momento la IA no reemplaza completamente nuestra capacidad de pensar, sino que la complementa. Juntos, podemos abordar problemas complejos, anticipar escenarios y diseñar soluciones innovadoras. La creatividad humana y la inteligencia artificial pueden coexistir de manera simbiótica, con grandes ventajas, pero también con grandes riesgos.

En este libro se abordan diferentes aspectos del futuro de la inteligencia artificial, donde aparecen diversas ventajas, pero sobre todo riesgos potenciales para el ser humano, algunos de los más importantes que se mencionan hoy en día son:

Amenazas de la IA

- *Desplazamiento laboral.* Uno de los riesgos más prominentes es el desplazamiento de trabajadores por la automatización de tareas. A medida que la inteligencia artificial y la automatización avanzan, ciertos trabajos podrían ser realizados de manera más eficiente y económica por máquinas, lo que podría resultar en la pérdida de empleos para muchas personas. Esto podría llevar a un aumento de la brecha entre los que tienen habilidades para

trabajar con tecnología y los que no, generando desigualdades económicas y sociales (Marr, 2023).

- *Sesgo algorítmico*. Otro riesgo importante es el sesgo en los algoritmos de inteligencia artificial. Los algoritmos de IA aprenden de datos históricos, lo que puede llevar a que reflejen sesgos existentes en esos datos. Esto podría resultar en decisiones discriminatorias en áreas como contratación, préstamos, justicia penal, entre otros. Es fundamental abordar este riesgo mediante la implementación de medidas de transparencia, equidad y supervisión en el desarrollo de algoritmos.
- *Privacidad y seguridad de los datos*. Con la proliferación de la inteligencia artificial, se recopilan y procesan grandes cantidades de datos personales (Pombo, 2023). Esto plantea riesgos significativos en términos de privacidad y seguridad de los datos. Si los datos caen en manos equivocadas o son utilizados de manera inapropiada, podría tener repercusiones graves para la privacidad de las personas. Es crucial establecer regulaciones sólidas para proteger la privacidad y garantizar la seguridad de los datos.
- *Singularidad y Super inteligencia artificial*. Algunos expertos advierten sobre el riesgo de una superinteligencia artificial con singularidad (la maquina se vuelve autónoma a partir de cobrar consciencia de su existencia), es decir, una AI que supere la inteligencia humana en todos los aspectos. Si una superinteligencia artificial no está alineada con los valores humanos o no se controla adecuadamente, podría representar una amenaza existencial para la humanidad. Es fundamental investigar y desarrollar medidas de seguridad robustas para garantizar que cualquier sistema de inteligencia artificial avanzada esté alineado con nuestros valores y objetivos. Estos son solo algunos de los principales riesgos que se han identificado en relación con el futuro de la inteligencia artificial. Es crucial abordar estos riesgos de manera proactiva y ética para maximizar los beneficios de la IA mientras se mitigan sus posibles consecuencias negativas para la sociedad y el ser humano.

- *Guerra.* Sin lugar a duda la guerra será una de las preocupaciones mayúsculas, ya que las principales potencias del mundo e incluso los grupos criminales, buscan desarrollarse tecnológicamente para marcar su supremacía, siendo un problema fundamental desde el origen de la humanidad que con la IA cobra riesgos sumamente relevantes tales como:
    - *Autonomía y falta de control humano.* Los sistemas de armas autónomas, impulsados por IA, pueden tomar decisiones sin intervención humana directa, esto crea preocupaciones sobre la pérdida de control y la posibilidad de que las máquinas tomen decisiones erróneas o inmorales en el campo de batalla.
    - *Errores y fallos técnicos.* La IA no es infalible. Puede cometer errores debido a datos defectuosos, algoritmos mal diseñados o situaciones imprevistas. En un contexto bélico, estos errores pueden tener consecuencias devastadoras.
    - *Vulnerabilidades cibernéticas.* Los sistemas de armamento basados en IA son susceptibles a ataques cibernéticos, si un adversario logra infiltrarse o manipular estos sistemas, podría desencadenar acciones no deseadas o sabotear operaciones militares.
    - *Escalamiento y velocidad de la guerra.* La IA puede acelerar la toma de decisiones y la ejecución de operaciones militares, esto podría llevar a conflictos más rápidos y menos predecibles, dificultando la diplomacia y la resolución pacífica.
    - *Sesgos y discriminación.* Los algoritmos de IA pueden reflejar sesgos presentes en los datos con los que fueron entrenados, si se utilizan en la selección de objetivos o en la toma de decisiones críticas, podrían perpetuar injusticias o discriminación.

En cuanto a los beneficios de la IA, sin lugar a duda, existen muchos y diversos en múltiples sectores y ramas, siendo los más destacados:

Beneficios de la IA

- *Asistentes virtuales más inteligentes y empáticos.* En el futuro, los asistentes virtuales serán capaces de comprender y empatizar mejor con las emociones humanas, lo que les permitirá brindar un apoyo emocional más efectivo a las personas que lo necesitan. Esto podría ser especialmente beneficioso en áreas como la salud mental, donde un asistente virtual empático podría proporcionar un apoyo constante y personalizado a aquellos que sufren de ansiedad, depresión u otras condiciones similares. Hoy en día ya destacan los avances la tecnología GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) de *Open AI* donde además del análisis de texto y voz que se tenía, ahora se tiene la capacidad e integrar y analizar video en tiempo real para que la IA interactué con nosotros a partir de imágenes que le demos, incluso del lugar donde nos encontramos casos como el de *ChatGPT Plus* y *Copilot de Microsoft*, por ejemplo, que desarrollan imágenes a las indicaciones de los usuarios gracias a su integración con *DALL·E 3*, un modelo complementario.
- *Medicina personalizada y de precisión.* La inteligencia artificial del futuro permitirá analizar grandes cantidades de datos genéticos, biomédicos y clínicos para ofrecer tratamientos médicos altamente personalizados y precisos. Esto significará que los pacientes recibirán terapias adaptadas a su perfil genético, estilo de vida y estado de salud específico, lo que maximizará la efectividad de los tratamientos y minimizará los efectos secundarios.
- *Ciudades inteligentes y sostenibles.* La inteligencia artificial jugará un papel fundamental en la gestión eficiente de los recursos en las ciudades del futuro. Los sistemas de IA podrán analizar datos en tiempo real sobre el tráfico, la energía, el agua, los residuos y otros aspectos urbanos para optimizar su funcionamiento y reducir su impacto ambiental. Esto ayudará a crear ciudades más sostenibles, limpias y eficientes para sus habitantes con un impacto más importante en atención del cambio climático.

- *Descubrimiento de nuevos materiales y medicamentos.* Con la ayuda de algoritmos de inteligencia artificial avanzados, los científicos podrán acelerar el proceso de descubrimiento de nuevos materiales con propiedades revolucionarias y medicamentos más efectivos. La IA podrá analizar grandes bases de datos científicos, predecir la estructura y el comportamiento de nuevos compuestos, y guiar a los investigadores en la creación de innovaciones que beneficien a la sociedad en campos como la medicina, la energía y la tecnología.
- *Prevención y mitigación de desastres naturales.* Los sistemas de inteligencia artificial del futuro podrán anticipar y responder de manera más efectiva a desastres naturales como terremotos, huracanes, inundaciones e incendios forestales. Mediante el análisis de datos geoespaciales, climáticos y sísmicos en tiempo real, la IA podrá identificar patrones y señales de alerta temprana, lo que permitirá a las autoridades tomar medidas preventivas y coordinar respuestas de emergencia de manera más eficiente, salvando vidas y reduciendo daños materiales.
- *Inmortalidad y trascendencia.* En un escenario futurista donde la inteligencia artificial (IA) ha alcanzado un nivel de sofisticación sin precedentes, la posibilidad de lograr la inmortalidad se vuelve una realidad tangible. La convergencia de la IA con la biotecnología, la medicina regenerativa y la neurociencia abre las puertas a un horizonte prometedor donde la mortalidad humana ya no es una certeza. La clave para alcanzar la inmortalidad mediante la IA radica en la capacidad de digitalizar y preservar la conciencia y la identidad de un individuo. Mediante el mapeo detallado del cerebro y la creación de réplicas digitales precisas de la mente, es posible transferir la conciencia de una persona a un sustrato digital. Este proceso, conocido como carga mental, permitiría a los individuos trascender la limitación de sus cuerpos biológicos y existir de manera perpetua en un entorno virtual. Además, la IA desempeñaría un papel fundamental en la optimización y mejora continua de estas entidades digitales inmortales. Los algoritmos avanzados serían capaces de acelerar el procesamiento de información, potenciar la

> creatividad y la capacidad de aprendizaje, así como garantizar la preservación y la evolución de la conciencia a lo largo del tiempo. La inmortalidad gracias a la IA también implicaría la posibilidad de explorar nuevos horizontes de existencia y de interacción. Los individuos inmortales podrían habitar mundos virtuales ilimitados, experimentar realidades alternativas, interactuar con otras entidades digitales y expandir sus horizontes de conocimiento y experiencia de manera infinita.

Este escenario plantea también una serie de interrogantes éticos, filosóficos y sociales. ¿Cómo definiríamos la identidad y la individualidad en un entorno digital? ¿Qué implicaciones tendría la inmortalidad para la sociedad, la economía y la cultura? ¿Cómo gestionaríamos la distribución equitativa de recursos y oportunidades entre entidades digitales inmortales y seres biológicos? En conclusión, la inmortalidad gracias a la IA representa un horizonte fascinante y lleno de posibilidades, donde la trascendencia de la condición humana se convierte en una realidad alcanzable. Sin embargo, es crucial abordar estos desafíos desde una perspectiva integral y reflexiva, que permita maximizar los beneficios de esta tecnología sin descuidar sus implicaciones éticas y sociales.

Finalmente, en este libro además de conocer y revisar algunos de los temas más interesantes e importantes del futuro de la IA, como los antes mencionados, usted podrá encontrar un conjunto de datos relevantes que ya están insertos en esta cultura de la velocidad tecnológica y la adaptabilidad de la que hablábamos en párrafos anteriores, en primer lugar, diremos que este libro fue escrito, integrado y publicado en aproximadamente un mes; desde que fue pensado como un producto del Webinar "*El futuro de la IA*" realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco[4] a principios de julio de 2024 has-

[4] La Universidad Autónoma Metropolitana organizó el Webinar "El futuro de la Inteligencia Artificial. Mitos y Fobias de la IA" el 04 de julio de 2024 a través del Proyecto de Inteligencia Artificial del Departamento de Administración de la UAM, El Departamento de Administración, la Dirección de Innovación y Tecnología de la Universidad Autónoma de Occidente, la Universidad de Guanajuato, la Escuela de Ingeniería y Comercio de la Universidad de Valparaíso, la Universidad de Medellín y la Institución Universitaria de Honduras.

ta su publicación y presentación en la Universidad de Guanajuato el 08 de agosto de 2024, hecho que lo destaca, ya que un proceso editorial puede tardar en ocasiones hasta 3 años, tiempo que sabemos que de haber esperado, lo que aquí se dice sería más que obsoleto, siendo este el segundo aspecto que destacamos de este trabajo, su intención es darle el mayor tiempo de vigencia a la información que aquí vertimos, ya que aunque existen reflexiones teóricas y sobre todo epistemológicas y axiológicas que trascienden el tiempo o perduran más, muchos de los ejemplos que aquí usamos en pocas semanas serán superados ampliamente por nuevos desarrollos e innovaciones tecnológicas más sorprendentes. Un tercer aspecto que destacamos, es la importancia de este texto por la convergencia generacional de quienes lo integran, condición que consideramos sumamente relevante, porque deseamos reflexionar conscientemente y así mostrarlo a las y los lectores, la compleja condición de integrar en conversaciones homogéneas, o al menos que buscan estar en la misma frecuencia a jóvenes de 20 años con investigadores e investigadoras en algunos casos con el triple de edad, cuestión que en temas tecnológicos se torna relevante por la forma en como unos y otros atienden, entienden y aplican la tecnología de la IA hoy en día. Finalmente el asunto o punto más relevante dentro de la relevancia que destacamos lo constituye la posición consciente y deliberada por lo tanto política de mantener un importante protagonismo en el debate actual del uso y explicación de la IA en el mundo, en nuestras instituciones, en las sociedad, en nuestras familias y sobre todo en nuestra vida, ya que al hacerlo no sólo entendemos o tratamos de descifrar que pasa, sino que construimos las coordenadas en las que se debe o se quiere orientar, si todavía es posible, este cambio paradigmático sin precedentes para la humanidad.

En el presente libro tenemos 25 capítulos que revisan, reflexionan y proyectan diferentes escenarios para el futuro de la IA con miradas preocupadas en algunos casos, optimistas en otros, pero sumamente comprometidas con el conocimiento y el desarrollo de directrices y coordenadas para el futuro de nuestras instituciones y de la sociedad en su conjunto.

Referencias Bibliográficas

Marr, Bernard. (2023, julio). *Los 15 mayore riesgos de la IA*. www.forbes.es/tecnologia/316482/estos-son-los-15-mayores-riesgos-de-laia/

Mena Roa, Mónica. (2022, mayo). *El ritmo de adopción es cada vez más rápido*. https://es.statista.com/grafico/27520/tiempo-que-tardaron-las-siguientes-tecnologias-productos-y-servicios-en-alcanzar-los-50-millones-de-usuarios/

Microsoft Copilot. (2024). *Copilot Bing*. https://copilot.microsoft.com/

Ordoñex, Alex. (2023, agosto). *Los grandes riesgos de la inteligencia artificial para la humanidad y las empresas*. www.esce.es/es/w/asesores-de-pymes/riesgos-inteligencia-artificial

OpenAI. (2024). *ASK.AI*. https://askaichat.app/onboarding-inf?utm_source=google&utm_medium=web&utm_campaign=askai_website_go_search_wo_subscribe_brand_inf_240524&utm_term=ask%20ia&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAjG43WMOM439A-1zUKCT-UPHp0kMUJoA-JKn5ROes1ZWn5_Ks43lHtho-CHmYQAvD_BwE

OpenAI. (2024). *Chatbot AI*. https://chatbotapp.ai/landing?utm_source=GoogleAds&utm_medium=cpc&utm_campaign={campaign}&utm_id=21160194218&utm_term=159349825894&utm_content=695668540971&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw74e1BhBnEiwAbqOAjM424z4-EZ5fIU0qW-DO19YZLo-FAIHOZXgRdfk6oyBWIDBTktLx0LBoCivsQAvD_BwE

OpenAI. (2024). *ChatGPT [Modelo de lenguaje de gran tamaño]*. https://chat.openai.com/chat

Pombo, Cristina. (2023, diciembre). *Los riesgos de la Inteligencia Artificial y algunas soluciones*. https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/riesgos-inteligencia-artificial/

Silverio, Mario. (2024, mayo). *"ChatGPT: Número de usuarios y estadística*. www.primeweb.com.mx/chatgpt-usuarios-estadisticas

CAPÍTULO I

LA GÉNESIS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DEL FUTURO A LA REALIDAD

EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO[1]

Introducción

Una de las innovaciones tecnológicas más importantes y transformadoras del siglo XXI es la inteligencia artificial (IA). Es esencial estudiar sus orígenes y evolución para entender completamente su impacto y potencial. La historia de la creación de la inteligencia artificial incluye siglos de avance intelectual, científico y filosófico y no se limita a los avances tecnológicos (Russell y Norvig, 2016).

La historia de la IA muestra cómo la humanidad ha intentado replicar y superar sus propias habilidades cognitivas, desde los primeros intentos de crear artefactos pensantes hasta los sofisticados algoritmos que han surgido (Russell y Norvig, 2016; Nilsson, 2009; McCarthy, 2007).

El deseo de crear artefactos con inteligencias propias no es exclusivo de la era contemporánea, a pesar de que en los últimos diez años han surgido una variedad de sistemas inteligentes y artefactos (smartphone, smartspeaker, smartwhatch, entre otros).

Los filósofos como Aristóteles ya establecían las bases para el avance de la inteligencia artificial en la antigua Grecia al analizar la lógica y el razonamiento (Russell y Norvig, 2016). Los intelectuales como

[1] Profesor Visitante, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Leonardo da Vinci crearon máquinas autómatas, que fueron los antecedentes de las inteligentes durante el período del Renacimiento (Russell y Norvig, 2016).

Los notables avances en matemáticas y lógica en el siglo XIX sirvieron como base teórica para el avance de la inteligencia artificial contemporánea. El álgebra booleana (Boole, 1847), los diseños para la construcción de una máquina analítica (Babbage, 1837) y la programación del primer algoritmo para ser procesado por una máquina (Lovelace, 1837) fueron los primeros trabajos enfocados en conceptualizar sistemas que podían tomar decisiones lógicas y realizar cálculos.

Por medio de estas aportaciones, la inteligencia artificial ha hecho un largo camino que ha dado esperanza e incertidumbre a la humanidad. Por lo tanto, examinar su desarrollo nos permite entender los principios fundamentales que han guiado su avance e inferir las rutas futuras que puede seguir.

Raíces de la IA: Innovaciones y Descubrimientos (1950-1960)

El campo de la inteligencia artificial (IA) comenzó oficialmente en la década de los cincuenta. Dado que estableció las bases teóricas y prácticas sobre las cuales el campo se desarrollaría en las décadas posteriores, este período fue esencial. La aparición de las primeras computadoras programables y los avances en lógica, matemáticas y cibernética propiciaron el surgimiento de la IA como disciplina científica.

En la revista *Mind*, Alan Turing escribió el impactante artículo "*Computing Machinery and Intelligence*" en el año 1950. Para determinar si una máquina puede mostrar comportamiento inteligente distinto del de un ser humano, Turing propuso el famoso *Test de Turing* en este artículo. Según el examen de Turing, una máquina era capaz de conversar con un ser humano de manera textual sin que este último se diera cuenta de que estaba conversando con una máquina. Para los investigadores de la IA, este concepto no solo fue revolucionario, sino que también les brindó una meta clara y evidente.

La *"Logic Theorist"* de Newell y Simon, por otro lado, imitaba el proceso de razonamiento humano en la resolución de problemas matemáticos mediante el uso de reglas heurísticas. 38 de los primeros 52 teoremas del libro *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell fueron demostrados por el *Logic Theorist;* en algunos casos, incluso encontró pruebas más elegantes que las de los autores originales.

El programa *"General Problem Solver"* (GPS) fue desarrollado por Newell y Simon (1957). El *GPS* fue creado para ser una máquina universal de resolución de problemas que pudiera utilizar técnicas generales de resolución para abordar una amplia variedad de problemas. El GPS estableció las bases para la investigación en algoritmos de búsqueda y planificación, a pesar de que enfrentó limitaciones significativas en cuanto a la escalabilidad y la eficiencia.

Durante muchos años, el lenguaje de programación LISP *(List Processing)* se convirtió en el estándar para la investigación en inteligencia artificial cuando John McCarthy lo creó en 1958 (McCarthy, 1960). LISP es particularmente adecuado para la programación de algoritmos de IA porque fue creado para manipular listas y símbolos. Su herramienta poderosa para los investigadores fue su habilidad para manejar funciones recursivas y su adaptabilidad para representar estructuras de datos complejas.

El almacenamiento automático de basura (*garbage collection*) y las funciones de orden superior fueron ideas innovadoras que tuvieron un gran impacto en la creación de lenguajes de programación posteriores. La elegancia y la simplicidad de LISP permitieron a los investigadores de IA concentrarse en la creación de modelos y algoritmos sin preocuparse por las limitaciones del lenguaje de programación que los rodeaba.

Se hicieron los primeros intentos en el procesamiento de lenguaje natural (NLP), además de lo mencionado anteriormente. El programa *"Georgetown-IBM experiment"* de 1954, por ejemplo, tradujo automáticamente al inglés más de sesenta oraciones rusas. El potencial de las computadoras para manejar el lenguaje humano se demostró a pesar de que el sistema empleaba reglas de traducción básicas y un vocabulario limitado.

Uno de los primeros programas en procesar el lenguaje natural y simular una conversación con un ser humano fue *ELIZA*, creado por Joseph Weizenbaum en 1966. Su habilidad para interactuar con los usuarios de manera persuasiva planteó preguntas significativas sobre la naturaleza de la inteligencia y la interacción humano-máquina, a pesar de que *ELIZA* empleaba técnicas sencillas de coincidencia de patrones (Weizenbaum, 1966).

En 1957, Frank Rosenblatt creó el perceptrón, un modelo de red neuronal sencillo capaz de aprender a clasificar patrones mediante el ajuste de pesos sinápticos (Rosenblatt, 1958). La máquina *Mark I Perceptron,* capaz de reconocer letras escritas a mano, fue el modelo de hardware utilizado para implementar el perceptrón. El potencial de las redes neuronales para resolver problemas de aprendizaje y reconocimiento de patrones despertó un gran entusiasmo debido a este desarrollo.

Replicando el pensamiento: Redes Neuronales y Lenguaje (1961-1970)

No obstante, con la publicación del libro *"Perceptrons"* de Marvin Minsky y Seymour Papert en 1969, el entusiasmo por las redes neuronales sufrió un cambio significativo. Los autores argumentaron en este libro que los perceptrones de una sola capa no podían resolver problemas que no fueran linealmente separables, como el problema *XOR*; demostraron matemáticamente estas limitaciones. La investigación sobre redes neuronales se redujo debido a esta crítica y se orientó hacia otras áreas de la IA, como el procesamiento de lenguaje natural (NLP).

La habilidad de las computadoras para traducir textos de un idioma a otro fue demostrada en 1964 por el proyecto de traducción automática de *Georgetown-IBM*. Fue un paso significativo hacia el desarrollo de sistemas de traducción automática más sofisticados, a pesar de que el sistema empleaba reglas de traducción básicas y un vocabulario limitado (Hutchins, 1997).

En 1968, Terry Winograd creó el programa *SHRDLU*, que permitió entender el lenguaje natural que funcionaba en un mundo de bloques virtual. Se pudieron mover bloques virtuales, entender y responder a instrucciones en inglés natural, así como responder preguntas sobre el estado del mundo de los bloques. En contextos limitados y bien definidos, las computadoras podían entender y manipular el lenguaje natural. Esto fue demostrado por *SHRDLU* (Winograd, 1972).

Los algoritmos de planeación y búsqueda también cambiaron, siendo el más completo el algoritmo *A** desarrollado en 1968 por Peter Hart, Nils Nilsson y Bertram Raphael. Para encontrar la ruta más corta en un grafo, *A** combinó la búsqueda de costo uniforme con la búsqueda heurística. Se convirtió en el logaritmo más utilizado para sistemas de navegación y juegos debido a su nivel de eficiencia *A** (Hart y otros, 1968).

Del invierno al resurgimiento: Representaciones, Algoritmos y Redes Semánticas (1971-1980)

El primer "*invierno de la IA*" de los años setenta fue una época en la que el financiamiento y el interés en la IA disminuyeron debido a las expectativas no cumplidas. La investigación en IA fue severamente criticada en 1973 por el informe Lighthill, encargado por el gobierno británico y escrito por Sir James Lighthill. Según Lighthill (1974), la investigación había logrado poco más que aplicaciones limitadas y específicas. En el Reino Unido, la financiación de la investigación en IA disminuyó significativamente como resultado de este informe.

Los obstáculos técnicos y las limitaciones de los métodos de la época también empezaron a disminuir el entusiasmo inicial en los Estados Unidos de América. La percepción de que la IA estaba avanzando más lentamente de lo previsto fue influenciada por las limitaciones de las redes neuronales simples, así como por los problemas de escalabilidad y eficiencia en los algoritmos de búsqueda.

Se produjeron avances significativos en los sistemas expertos, que comenzaron a demostrar su utilidad en aplicaciones prácticas a pesar de esta situación. *MYCIN*, creado por Edward Shortliffe en la Univer-

sidad de Stanford en 1972, fue uno de los primeros sistemas expertos exitosos en el campo de la medicina. *MYCIN* fue creado con el propósito de diagnosticar infecciones bacterianas y sugerir tratamientos basados en reglas de producción basadas en la experiencia de especialistas médicos (Shortliffe, 1976). Este sistema demostró que los sistemas expertos eran capaces de superar o incluso igualar el desempeño de los expertos humanos en tareas particulares.

El sistema *Dendral* ayudó a los químicos a encontrar estructuras moleculares complejas (Buchanan y otros, 1976). El potencial de los sistemas expertos para usos técnicos y científicos fue demostrado por la habilidad de *Dendral* para abordar problemas complejos en química orgánica.

Durante la década de 1970, las áreas de investigación clave fueron la lógica y la representación del conocimiento. Para representar el conocimiento de manera lógica y estructurada, los investigadores comenzaron a crear lenguajes y formalismos. La lógica de primer orden y las bases de datos relacionales, que facilitaron una representación más precisa y manipulable del conocimiento, fueron uno de los aportes más significativos en este campo.

John McCarthy, uno de los pioneros de la IA, continuó su investigación en representación del conocimiento y lógica matemática. Según McCarthy (1980), la lógica circunscripcional es un formalismo para tratar el razonamiento no monótono; es esencial para representar situaciones en las que la información puede ser incompleta o cambiar con el tiempo.

Durante esta década, los algoritmos de búsqueda y la planificación automática siguieron siendo campos de investigación activos. El STRIPS *(Stanford Research Institute Problem Solver),* un sistema de planificación que empleaba un método basado en operadores para crear planes de acción fue creado por Richard Fikes y Nils Nilsson en 1971. La idea de dividir un problema de planificación en subproblemas más fáciles de manejar y utilizar operadores de acción para resolverlos de manera secuencial fue introducida por STRIPS. La investigación en planificación y robótica posterior fue muy influenciada por este enfoque.

Durante los años 70, el algoritmo *A**, creado en la década de 1960, se refinó y mejoró. El desarrollo de técnicas heurísticas para aumentar

la escalabilidad y la eficiencia de los algoritmos de búsqueda permitió a los sistemas de IA abordar problemas más complejos y grandes.

Las redes semánticas y los *frames*, entre otras formas de representar el conocimiento, surgieron como resultado de esto. Para representar el conocimiento en términos de relaciones y conceptos, las redes semánticas, desarrolladas por Allan M. Collins y M. Ross Quillian en los años 60, emplearon grafos (Quillian, 1967). Para facilitar el razonamiento y la inferencia, este método permitió una representación más flexible y estructurada del conocimiento.

En 1974, Marvin Minsky presentó el concepto de *frames*, un formalismo que representa el conocimiento mediante estructuras de datos previamente establecidas que encapsulan información sobre situaciones y objetos (Minsky, 1974). Para que los sistemas de IA manejaran la información de manera más efectiva, los *frames* sirvieron como base para el desarrollo de sistemas que comprendieran el lenguaje natural y reconocieran patrones.

Expertis, Lógicas y Programación: avances y nuevas direcciones de la IA (1981-1990)

La inteligencia artificial (IA) experimentó un renacimiento y una expansión en la década de 1980. Después del primer "invierno de la IA" de la década anterior, esta década experimentó una revitalización del interés y el financiamiento, con avances notables en campos como los algoritmos de búsqueda, la lógica difusa, las redes neuronales y los sistemas expertos. Además, el descubrimiento de aplicaciones comerciales impulsó aún más el avance de la IA.

Durante los años 80, los sistemas expertos se convirtieron en una de las áreas más destacadas y rentables de la IA. En una variedad de campos, como la ingeniería, la medicina y las finanzas, estos sistemas han encontrado uso al emular la toma de decisiones de expertos humanos.

XCON *(eXpert CONfigurer)*, creado por *Digital Equipment Corporation* (DEC) y *Carnegie Mellon University*, fue uno de los sistemas expertos más influyentes de la época. Para establecer sistemas de com-

putadoras *VAX, XCON* fue uno de los primeros sistemas expertos que se utilizaban ampliamente en la industria. Al mejorar la eficacia en la configuración de sistemas complejos y al disminuir los errores, se cree que *XCON* salvó a *DEC* de millones de dólares (McDermott, 1982).

En los años 80, por medio de avances teóricos y prácticos, se produjo un renacimiento de las redes neuronales. El descubrimiento y popularización del algoritmo de retropropagación *(backpropagation)* en 1986 por David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton y Ronald J. Williams fue uno de los desarrollos más importantes. La clasificación y el reconocimiento de patrones más complejos pudieron ser abordados mediante el entrenamiento efectivo de redes neuronales multicapa gracias a la retropropagación.

La popularización de las redes neuronales y su uso en campos como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de voz fueron impulsadas por el éxito de la retropropagación. Demostrando su potencial como una herramienta poderosa para la IA, las redes neuronales comenzaron a superar a otros enfoques en varias tareas.

La lógica difusa, introducida por Lotfi Zadeh en 1965, ganó prominencia en la década de 1980 como una forma de manejar la incertidumbre y la imprecisión en los sistemas de IA (Zadeh, 1965). A diferencia de la lógica tradicional, que se basa en valores binarios (verdadero o falso), la lógica difusa permite grados de verdad, lo que la hace más adecuada para modelar situaciones del mundo real donde la información puede ser incierta o vaga.

La lógica difusa encontró aplicaciones en controladores industriales, electrodomésticos inteligentes y sistemas de toma de decisiones. Por ejemplo, en 1987, *Matsushita* (ahora *Panasonic*) introdujo un control difuso en sus máquinas de lavado, que ajustaban automáticamente el ciclo de lavado en función de la cantidad y tipo de ropa. Este enfoque mejoró significativamente la eficiencia y la satisfacción del cliente, demostrando el valor práctico de la lógica difusa.

Los algoritmos de búsqueda y planificación continuaron evolucionando durante la década de 1980, con el desarrollo de nuevas técnicas para mejorar la eficiencia y la escalabilidad. Un avance significativo

fue el desarrollo del algoritmo de búsqueda *A** optimizado, que se convirtió en una herramienta estándar para la planificación en robótica y juegos de computadora (Pearl, 1984).

Además, la planificación basada en grafos de tareas y el uso de algoritmos de búsqueda heurística permitió a los sistemas de IA abordar problemas más complejos y de mayor escala. La investigación en este campo condujo al desarrollo de sistemas capaces de planificar y ejecutar secuencias de acciones en entornos dinámicos e inciertos, mejorando las capacidades de los robots y otros agentes autónomos.

Los sistemas multi-agente encontraron aplicaciones en áreas como la robótica, la simulación de mercados y la gestión de redes de telecomunicaciones. La capacidad de los agentes para trabajar de manera coordinada y distribuir tareas de manera eficiente permitió abordar problemas que eran inabordables para sistemas monolíticos.

El desarrollo y la adopción de lenguajes de programación destinados a la IA también se produjo en los años 80. En la década de 1970, *Prolog,* un lenguaje de programación lógico se popularizó en los años ochenta gracias a su habilidad para manejar la inferencia y la lógica de manera efectiva (Clocksin y Mellish, 1981). *Prolog* se empleó con frecuencia en aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural y sistemas expertos.

LISP fue una herramienta fundamental para la investigación en IA y fue otro lenguaje significativo. Para brindar a los investigadores herramientas poderosas para la creación de algoritmos y sistemas de IA, las variantes de *LISP*, como *Scheme* y *Common Lisp*, se desarrollaron y estandarizaron.

Expansión y Nuevos Horizontes: la era del Aprendizaje Automático (1981-2000)

La inteligencia artificial (IA) experimentó una expansión y consolidación durante la década de 1990, gracias a los avances en técnicas algorítmicas, el auge de nuevas aplicaciones comerciales y el surgimiento de la web como un nuevo campo de investigación. La IA, impulsada

por los avances en software, hardware y algoritmos, comenzó a integrarse más profundamente en la vida diaria y en varias industrias durante esta década.

En los años 90, el aprendizaje automático *(machine learning)* se convirtió en una subdisciplina importante de la IA. Los avances significativos en los algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado fueron posibles gracias a la disponibilidad de conjuntos de datos considerables y al aumento de la capacidad de procesamiento.

El soporte vectorial (*Support Vector Machines, SVM*), que Vladimir Vapnik y su equipo introdujeron a principios de los años 90 (Cortes y Vapnik, 1995). Para la clasificación y la regresión, los SVM han demostrado ser muy eficaces, especialmente en situaciones de alta dimensionalidad.

A pesar de enfrentar ciertas dificultades como el sobreajuste y la falta de datos etiquetados, las redes neuronales continuaron avanzando. No obstante, se han realizado avances notables en métodos como las redes neuronales convolucionales (CNN) y las redes neuronales recurrentes (RNN), los cuales se podrían utilizar con gran éxito en el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora, respectivamente.

Durante esta década, la computación evolutiva y los algoritmos genéticos han ganado popularidad. Estos algoritmos buscan soluciones óptimas mediante procesos de selección, mutación y cruce de una población de soluciones candidatas, inspirados en los procesos de selección natural y evolución biológica.

John Holland, uno de los pioneros en este campo, continuó trabajando en la creación y aplicación de algoritmos genéticos para resolver una variedad de problemas; esto demostró su eficacia en optimización y búsqueda (Holland, 1992). En ingeniería, economía y otras áreas donde los métodos tradicionales de optimización no eran adecuados, los algoritmos genéticos encontraron uso.

En los años 90, los sistemas multi-agente y los agentes inteligentes se popularizaron, con aplicaciones que incluían la gestión de redes de comunicación, la simulación de mercados y la robótica. Un programa

autónomo que puede percibir su entorno, tomar decisiones y actuar en consecuencia para lograr sus objetivos es un agente inteligente.

Uno de los marcos teóricos más influyentes para la creación de agentes inteligentes fue el modelo de agente *Belief-Desire-Intention* (BDI), propuesto por Anand Rao, Michael Bratman y Michael Georgeff (Rao y Georgeff, 1995). El desarrollo de agentes autónomos capaces de manejar tareas dinámicas y complejas se basó en este modelo.

En esta década, los sistemas basados en casos (CBR) también se convirtieron en una técnica importante. Recordando y adaptando soluciones de problemas anteriores, los sistemas *CBR* resuelven problemas nuevos. En áreas donde las reglas explícitas eran difíciles de definir o donde la experiencia previa era un valioso predictor para la resolución de problemas en el futuro, esta metodología se demostró especialmente beneficiosa.

El sistema *CBR*, creado por Kolodner y su equipo para aplicaciones como el diagnóstico médico y otras, es un ejemplo (Kolodner, 1993). En campos como la medicina, la ley y la resolución de conflictos, los sistemas *CBR* encontraron uso.

El avance de técnicas estadísticas y de corpus lingüísticos grandes contribuyó significativamente al avance del procesamiento del lenguaje natural (NLP). Las técnicas de aprendizaje automático y los modelos de lenguaje basados en n-gramas han mejorado significativamente la utilidad y la precisión de las aplicaciones de lenguaje natural.

La idea de una web en la que la información sea interpretable por máquinas y legible para los humanos fue introducida por Tim Berners-Lee en 1999 cuando propuso la web semántica (Berners-Lee y otros, 2001). El objetivo de la web semántica era transformar la forma en que las computadoras procesan y acceden a la información en la web mediante tecnologías como RDF (*Resource Description Framework*) y OWL (*Web Ontology Language*).

Los avances en los sensores, actuadores y algoritmos de control fueron notables en la robótica. Los algoritmos de navegación y mapeo más recientes, como el *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM), permitieron a los robots crear mapas de su ambiente mientras se movieran.

El desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones también contribuyó al progreso de la visión por computadora. Los sistemas de inspección automatizada en las fábricas, los vehículos autónomos y los sistemas de vigilancia fueron algunas de las aplicaciones.

La IA se ha ido incorporando en aplicaciones comerciales a gran escala. En sectores como la banca, los sistemas expertos se emplearon para detectar fraudes y evaluar los riesgos crediticios. Para descubrir patrones ocultos en grandes cantidades de datos, las compañías comenzaron a emplear métodos de minería de datos, que mejoraron la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

El software de reconocimiento de voz, como el creado por *Dragon Systems,* comenzó a ser viable comercialmente y se incorporó a sistemas de dictado y servicios de atención al cliente automatizados.

La Era de la Democratización de la Producción: la IA práctica (2000-2010)

La inteligencia artificial (IA) experimentó un período de maduración y expansión práctica entre los años 2000 y 2010. La IA se integró más profundamente en una amplia gama de aplicaciones comerciales y de investigación gracias al avance en hardware, al aumento exponencial de los datos disponibles y al desarrollo de algoritmos más complejos. Un enfoque renovado en el aprendizaje automático, el renacimiento de las redes neuronales y la consolidación de la web como un campo fundamental de investigación para la IA se produjeron durante esta década.

Una de las áreas más dinámicas de la IA sigue siendo el aprendizaje automático (ML). La forma en que se empleaban y entrenaban los modelos de aprendizaje automático fue alterada por la disponibilidad de grandes cantidades de datos, también conocidos como "*big data*". Empresas como *Facebook, Google* y *Amazon* comenzaron a recopilar y analizar una gran cantidad de datos de usuarios; esto permitió la creación de modelos más precisos y sólidos.

Para tareas de regresión y clasificación, los algoritmos de aprendizaje automático escalables, como los bosques aleatorios *(Random Forests)* y el aumento de gradiente *(Gradient Boosting Machines)*, fueron uno de los avances más importantes (Breiman, 2001). La publicidad en línea, la personalización de contenido y la detección de fraudes fueron aplicaciones más avanzadas gracias a estos algoritmos, junto con mejoras en el manejo de grandes cantidades de datos.

En los años 2000, los avances en hardware y los nuevos algoritmos de entrenamiento impulsaron las redes neuronales, a pesar de su disminución en su popularidad en décadas anteriores. El aprendizaje profundo o "*deep learning*" se desarrolló gracias a la disponibilidad de unidades de procesamiento gráfico (GPUs), lo cual permitió un entrenamiento más efectivo de redes neuronales profundas.

El trabajo de Geoffrey Hinton y su equipo en la Universidad de Toronto, que popularizó el uso de redes neuronales profundas para tareas de visión por computadora y reconocimiento de voz, fue un hito significativo en este resurgimiento (Hinton y otros, 2006). En comparación con las técnicas convencionales, estos avances mejoraron significativamente el rendimiento de los sistemas de IA.

El procesamiento del lenguaje natural (NLP) también ha experimentado avances notables en esta década. Se han utilizado con éxito modelos estadísticos y basados en aprendizaje automático, como las máquinas de soporte vectorial (SVM) y los modelos de *Markov* ocultos (HMM).

La modelización de temas fue transformada por el algoritmo *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) en 2001 por David Blei, Andrew Ng y Michael Jordan. El algoritmo permitió la identificación automática de temas en colecciones de documentos considerables (Blei y Jordan, 2003). La recomendación de contenido, la minería de texto y la búsqueda de información fueron usos de este progreso.

El desarrollo de *Word2Vec* en 2013 por Tomas Mikolov y su equipo en *Google* mejoró significativamente el rendimiento de los modelos de NLP en una variedad de tareas; esto permitió la representación de palabras en vectores densos que capturaban relaciones semánticas (Mikolov y otros, 2013).

Con aplicaciones en campos como la robótica, la gestión de recursos y la simulación de sistemas complejos, los agentes inteligentes y los sistemas multi-agente han continuado su desarrollo. Esta investigación se enfocó en mejorar la cooperación, la comunicación y la coordinación entre agentes autónomos.

El protocolo de comunicación FIPA *(Foundation for Intelligent Physical Agents)*, que estableció un estándar para la interoperabilidad entre agentes, fue uno de los avances más importantes. Al permitir aplicaciones en áreas como la logística, la gestión de redes y el comercio electrónico, este protocolo permitió la creación de sistemas multi-agente más fuertes y escalables.

La expansión de la *web 2.0 y* la consolidación de la web semántica fueron los resultados de esta década. El propósito de Tim Berners-Lee era hacer que las máquinas pudieran leer los datos de la web mediante el uso de tecnologías como RDF *(Resource Description Framework)* y OWL *(Web Ontology Language)*.

La participación del usuario y la creación de contenido en la *Web 2.0* permitieron la recopilación de grandes cantidades de datos de usuarios; esto, por su parte, alimentó los algoritmos de aprendizaje automático y mejoró las aplicaciones de recomendación y personalización. Para mejorar la experiencia del usuario y crear nuevas oportunidades comerciales, plataformas como Wikipedia, redes sociales y servicios de *streaming* aprovecharon estos avances.

Los avances en la robótica y la visión por computadora fueron impulsados por mejoras en los actuadores, los sensores y los algoritmos de procesamiento de imágenes. Las técnicas de navegación y mapeo recientes, como el SLAM *(Simultaneous Localization and Mapping)*, permitieron a los robots móviles operar de manera autónoma en ambientes dinámicos y desconocidos.

El desarrollo de algoritmos para el reconocimiento de objetos, la detección de rostros y el análisis de imágenes también contribuyó al progreso de la visión por computadora. En 2010, la competencia *ImageNet* impulsó avances significativos en el campo y se convirtió en un punto de referencia para evaluar el rendimiento de los algoritmos de visión por computadora (Deng y otros, 2009).

Durante esta década, se ha acelerado la incorporación de la IA en aplicaciones comerciales y de consumo. Los avances en análisis de datos y algoritmos de aprendizaje automático han mejorado significativamente los sistemas de recomendación, como los de *Netflix* y *Amazon*. Estas aplicaciones generaron significativos beneficios económicos para las empresas, además de mejorar la experiencia del usuario.

Los dispositivos de consumo incorporaron la tecnología de reconocimiento de voz, como *Siri* de *Apple*, que permitió interacciones más fluidas y efectivas con los dispositivos electrónicos. El inicio de esta tendencia fue la adopción de interfaces basadas en IA en la vida diaria.

La Era de la IA Generativa: Aprendizaje, Redes Neuronales Convolucionales y Automatización (2011-2024)

El auge del aprendizaje profundo *(deep learning)* fue el impulsor principal de avances revolucionarios en el campo de la inteligencia artificial (IA) entre 2011 y 2024. La IA pasó de la investigación académica a las aplicaciones comerciales y de consumo masivo gracias a esta tecnología. Avanzos notables en una variedad de campos, desde la visión por computadora hasta el procesamiento del lenguaje natural, fueron posibilitados por la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, el incremento en la capacidad de procesamiento y la creación de nuevas arquitecturas y técnicas algorítmicas.

Las redes neuronales convolucionales (CNN) tuvieron un papel fundamental en el desarrollo de la visión por computadora, y el aprendizaje profundo se consolidó como una tecnología clave en la IA. En 2012, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever y Geoffrey Hinton crearon la *CNN AlexNet*, que demostró un desempeño superior en la clasificación de imágenes y significó el inicio de la era del aprendizaje profundo. También ganó la competencia *ImageNet*.

Arquitecturas de CNN más avanzadas, como *VGGNet, GoogLeNet, ResNet* y *EfficientNet*, mejoraron el rendimiento y la eficiencia en una variedad de tareas de visión por computadora durante este período (Simonyan y Zisserman, 2014; Szegedy y otros, 2015; He y otros, 2016; Tan y Le, 2019). Reconocimiento facial, diagnóstico médico,

automóviles autónomos y otras aplicaciones fueron descubiertas por estas redes.

La introducción de los modelos de transformadores tuvo un impacto significativo en los avances del procesamiento del lenguaje natural (NLP). Según Vaswani y otros (2017), el modelo *Transformer* mejoró significativamente la eficiencia y el rendimiento en tareas de NLP al sustituir las arquitecturas basadas en redes convolucionales y recurrentes por un enfoque de atención.

La serie de modelos GPT *(Generative Pre-trained Transformer)* fue creada por OpenAI a partir de esta arquitectura. Los modelos *GPT-2* y *GPT-3* se presentaron en 2019 y 2020 y demostraron habilidades impresionantes en comprensión del lenguaje y en la generación de texto (Radford y otros, 2019; Brown y otros, 2020). BERT *(Bidirectional Encoder Representations from Transformers),* un modelo excepcional creado por Google revolucionó las operaciones de lingüística natural al brindar representaciones de texto bidireccionales (Devlin y otros, 2019).

Durante esta década, también se han producido avances notables en el aprendizaje por refuerzo. El algoritmo *AlphaGo*, creado por *DeepMind,* una empresa subsidiaria de *Alphabet,* logró vencer al campeón mundial de *Go* en 2016, lo cual constituyó un hito significativo en la historia de la inteligencia artificial (Silver y otros, 2016). *AlphaZero,* un sistema de aprendizaje por refuerzo general creado por *DeepMind,* le enseñó a jugar al ajedrez, al *shogi* y al *go* desde cero y logró un rendimiento sobrehumano en cada uno de ellos (Silver y otros, 2018).

El potencial de los algoritmos de IA para aprender estrategias complejas y tomar decisiones en ambientes dinámicos y desafiantes se demostró con estos avances en el aprendizaje por refuerzo. Los avances en IA también ayudaron a la automatización y la robótica.

Desde el ensamblaje en fábricas hasta la entrega de paquetes, los robots con redes neuronales profundas y técnicas de aprendizaje por refuerzo comenzaron a realizar tareas complicadas. *Boston Dynamics*, conocida por sus robots sofisticados como *Atlas* y *Spot*, demostró cómo la IA puede mejorar la autonomía y la movilidad de los robots, lo que permite aplicaciones como el mantenimiento, el rescate y la inspección (Raibert y otros, 2018).

En el campo de la medicina, la IA tuvo aplicaciones importantes, en particular en el diagnóstico por imágenes y la predicción de enfermedades. Para analizar radiografías, resonancias magnéticas y tomografías computarizadas, se emplearon redes neuronales convolucionales; esto mejoró la precisión del diagnóstico y ayudó a los médicos a detectar enfermedades como el cáncer en etapas tempranas (Esteva y otros, 2017). Para ofrecer tratamientos personalizados y mejorar los resultados de los pacientes, también se emplearon modelos predictivos basados en IA en la medicina personalizada, analizando datos genómicos y clínicos.

Durante esta década, la tecnología de los vehículos autónomos ha avanzado significativamente. Para procesar datos de sensores y tomar decisiones en tiempo real, compañías como *Uber, Tesla* y *Waymo* (subsidiaria de *Alphabet*) han invertido en el desarrollo de sistemas de conducción autónoma. Para crear vehículos capaces de navegar de manera autónoma en ambientes complejos y dinámicos, estos sistemas combinaron *LIDAR,* visión por computadora y algoritmos de aprendizaje profundo (Bojarski y otros, 2016).

La evolución de los modelos de lenguaje natural ha sido uno de los avances más notables en la inteligencia artificial. Con 175 mil millones de parámetros, *GPT-3* de *OpenAI* logró un hito en la creación de texto relevante y coherente a partir de instrucciones dadas en 2020 (Brown y otros, 2020). No obstante, el avance no se detuvo allí. Los modelos más grandes y efectivos, como *GPT-4,* se introdujeron en 2023. Estos modelos mejoraron la habilidad de comprender contextos más complejos y producir respuestas más humanas y precisas, además de aumentar el número de parámetros (OpenAI, 2023).

El aprendizaje profundo ha continuado su evolución, con innovaciones en arquitecturas de redes neuronales que han permitido mejoras en áreas como el reconocimiento de imágenes, la traducción automática y la generación de contenido multimedia.

La aparición de redes neuronales transformadoras más avanzadas ha permitido a las máquinas no solo interpretar sino también crear contenido con una precisión sin precedentes (Vaswani y otros, 2021).

La IA generativa ha visto un crecimiento explosivo. Modelos como *DALL-E* y sus sucesores han transformado la capacidad de las máquinas para generar imágenes a partir de descripciones textuales, llevando la creatividad asistida por IA a nuevos niveles (Ramesh y otros, 2021).

Estas tecnologías han encontrado aplicaciones en diseño gráfico, publicidad y creación de contenido digital. Las expectativas sobre el impacto de la IA generativa siguen siendo altas, y se espera que genere cambios significativos en diversas industrias en los próximos años.

A manera de reflexión: Implicaciones Éticas y Sociales del uso de la IA

A medida que la inteligencia artificial (IA) se integra más profundamente en nuestras vidas cotidianas, las preocupaciones sobre la privacidad de los datos han aumentado de manera significativa. Los algoritmos de IA, para funcionar eficazmente, a menudo requieren grandes cantidades de datos personales.

Esto incluye información sensible como hábitos de navegación, ubicaciones geográficas, interacciones en redes sociales, historiales de compras y datos de salud. La recopilación y el análisis de estos datos plantean riesgos significativos para la privacidad individual, ya que cualquier filtración o mal uso de estos datos puede llevar a consecuencias graves, como el robo de identidad, la discriminación o la invasión de la privacidad personal.

La regulación y el desarrollo de tecnologías de preservación de la privacidad se han convertido en prioridades fundamentales para abordar estos desafíos. Regulaciones como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa y la Ley de Privacidad del Consumidor de California (CCPA) en los Estados Unidos de América buscan proporcionar un marco legal para proteger la privacidad de los datos de los usuarios.

Estas regulaciones obligan a las empresas a obtener el consentimiento de los usuarios antes de recopilar datos y a implementar me-

didas de seguridad adecuadas para proteger estos datos. Además, se están desarrollando tecnologías como el aprendizaje federado y la anonimización de datos, que permiten a los algoritmos de IA aprender y operar sin necesidad de acceder a datos individuales en bruto, mitigando así los riesgos para la privacidad (Tene y Polonetsky, 2021).

La automatización impulsada por la IA ha generado preocupaciones importantes sobre el desempleo y la desigualdad socioeconómica. Si bien la IA tiene el potencial de aumentar la productividad y generar nuevas oportunidades económicas, también puede reemplazar una gran cantidad de trabajos, especialmente en sectores que requieren habilidades de baja calificación.

Trabajos en manufactura, transporte, servicios al cliente y otras áreas están en riesgo de ser automatizados, lo que podría llevar a un desempleo significativo y a un aumento de la desigualdad económica.

Para abordar estas preocupaciones, es crucial implementar políticas que promuevan la capacitación y la adaptación de la fuerza laboral. Esto incluye programas de reciclaje y formación profesional para ayudar a los trabajadores a adquirir nuevas habilidades que sean relevantes en un mercado laboral transformado por la IA.

Además, se deben fomentar políticas que apoyen la transición de los trabajadores desplazados hacia nuevos sectores y oportunidades laborales emergentes. La inversión en educación y en el desarrollo de habilidades digitales se vuelve esencial para preparar a la fuerza laboral para los desafíos y oportunidades de una economía impulsada por la IA (Brynjolfsson y McAfee, 2021).

La toma de decisiones algorítmica presenta riesgos significativos de sesgo y discriminación. Los algoritmos de IA son entrenados con grandes conjuntos de datos, y si estos datos contienen sesgos, los algoritmos pueden perpetuar y amplificar estos sesgos.

Esto puede resultar en decisiones injustas en áreas críticas como la justicia penal, la contratación laboral, el crédito y los servicios de salud. Por ejemplo, se ha demostrado que algunos algoritmos utilizados en el sistema judicial tienen más probabilidades de predecir erróneamente una mayor tasa de reincidencia para minorías raciales en comparación con otros grupos, perpetuando así la desigualdad y la discriminación.

Para mitigar estos riesgos, se están desarrollando esfuerzos para crear algoritmos más transparentes y justos. Esto incluye el uso de técnicas de auditoría de algoritmos para identificar y corregir sesgos, así como la implementación de marcos de responsabilidad algorítmica que aseguren que las decisiones tomadas por IA sean explicables y justificables.

Además, se está promoviendo la diversidad en los equipos de desarrollo de IA para incluir una variedad de perspectivas que puedan ayudar a identificar y mitigar sesgos inadvertidos. La transparencia en el diseño y el funcionamiento de los algoritmos es esencial para construir confianza y asegurar que las decisiones algorítmicas sean equitativas y no discriminatorias (Barocas y otros, 2019).

Referencias Bibliográficas

Babbage, C. (1864). *Passages from the life of a philosopher*. Longman, Green, Longman, Roberts, & Green. *https://acortar.link/gOQiGE*

Barocas, S., Hardt, M., y Narayanan, A. (2019). ***Fairness and Machine Learning: Limitations and Opportunities.*** Cambridge University Press. *https://doi.org/10.1017/9781108629328*

Berners-Lee, T., Hendler, J., y Lassila, O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, *284*(5), (pp. 28-37). *https://acortar.link/yqbGF6*

Blei, D. M., Ng, A. Y., y Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research, 3*(Jan), (pp. 993-1022). *https://doi.org/10.1162/jmlr.2003.3.4-5.993.*

Bojarski, M., Del Testa, D., Dworakowski, D., Firner, B., Flepp, B., Goyal, P., ... y Zhang, X. (2016). End to end learning for self-driving cars. *arXiv preprint arXiv:1604.07316. https://doi.org/10.48550/arXiv.1604.07316*

Boole, G. (1847). *The mathematical analysis of logic*. Macmillan. *https://acortar.link/xyWrkP*

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, *45*(1), 5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... y Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *arXiv preprint arXiv:2005.14165. https://acortar.link/WSnS6r*

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company. *https://acortar.link/Q2rqBF*

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2021). ***The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.*** W. W. Norton & Company. *https://acortar.link/YQd4N1*

Buchanan, B. G., Sutherland, G. L., y Feigenbaum, E. A. (1969). Heuristic DENDRAL: A program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry. In *Machine Intelligence* (Vol. 4, pp. 209-254). American Elsevier. *https://stacks.stanford.edu/file/druid:pf885vk0607/pf885vk0607.pdf*

Campbell, M., Hoane Jr, A. J., y Hsu, F. H. (2002). Deep Blue. *Artificial intelligence*, 1-2, 57-83. *https://doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00129-1*

Clocksin, W. F., y Mellish, C. S. (1981). *Programming in Prolog*. Springer. *https://acortar.link/TScUf2*

Cortes, C., y Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine learning, 20,* 273-297. *https://doi.org/10.1007/BF00994018.*

Crevier, D. (1993). *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*. Basic Books. *https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/151188*

Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., y Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers)* (pp. 4171-4186). *https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423*.

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., y Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, *542*(7639), 115-118. *https://doi.org/10.1038/nature21056*

Feigenbaum, E. A. (1982). *Knowledge engineering: The applied side of artificial intelligence*. Stanford University. *https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb16513.x*

Fikes, R. E., y Nilsson, N. J. (1971). STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving. *Artificial Intelligence*, *2*(3-4), 189-208. *https://doi.org/10.1016/0004-3702*.

GitHub. (2021). *GitHub Copilot [Herramienta de programación asistida por IA]*. GitHub. (2024, 18 de julio)- *https://github.com/features/copilot*

Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press. *https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.4.351*

Hart, P. E., Nilsson, N. J., y Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE transactions on Systems Science and Cybernetics*, *4*(2), 100-107. *https://doi.org/10.1109/TSSC.1968.300136*.

He, K., Zhang, X., Ren, S., y Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778). *https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90*

Hinton, G. E., Osindero, S., y Teh, Y. W. (2006). A fast-learning algorithm for deep belief nets. *Neural computation, 18*(7), 1527-1554. *https://doi.org/10.1162/neco.2006.18.7.1527*.

Holland, J. H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. MIT Press. *https://acortar.link/WQBHBm*

Hutchins, W. J. (1997). From first conception to first demonstration: the nascent years of machine translation, 1947-1954. *Machine Translation*, *12*(3), 195-252. *https://doi.org/10.1023/A:1007914331004*.

Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., Green, T., Figurnov, M., Ronneberger, O., ... y Hassabis, D. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature, 596*(7873), 583-589. *https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2*.

Kolodner, J. L. (1993). *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann. *https://doi.org/10.1016/C2009-0-27670-7*

Krizhevsky, A., Sutskever, I., y Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems, 25,* 1097-1105. *https://doi.org/10.1145/3065386*.

Lighthill, J. (1973). Artificial intelligence: A general survey. In *Artificial Intelligence: a paper symposium* (Vol. 19, pp. 1-67). Science Research Council. *https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90007-5*

Lovelace, A. (1843). Notes on the Sketch of the Analytical Engine by Charles Babbage. En R. Taylor (Ed.), *Scientific Memoirs* (Vol. 3, pp. 666-731).

McCarthy, J. (1960). Recursive functions of symbolic expressions and their computation by machine, part I. *Communications of the ACM*, *3*(4), 184-195. *https://doi.org/10.1145/367177.367199*

McCarthy, J. (1980). Circumscription—a form of non-monotonic reasoning. *Artificial Intelligence*, *13*(1-2), 27-39. *https://doi.org/10.1016/0004-3702(80)90011-9*

McCarthy, J. (2007). What is artificial intelligence? *Stanford University*. (2024, 18 de julio). *http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf*

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., y Shannon, C. E. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine, 27*(4), 12. *https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904*

McDermott, J. (1982). R1: A rule-based configurer of computer systems. *Artificial Intelligence*, *19*(1), 39-88. *https://doi.org/10.1016/0004-3702(82)90012-2*

Minsky, M. (1974). A framework for representing knowledge. *MIT-AI Laboratory Memo 306*. *https://acortar.link/Dnqwyb*

Minsky, M., y Papert, S. (1969). *Perceptrons: An introduction to computational geometry. MIT Press. https://leon.bottou.org/publications/pdf/perceptrons-2017.pdf*

Newell, A., y Simon, H. A. (1956). The logic theory machine–A complex information processing system. *IRE Transactions on information theory, 2*(3), 61-79. *https://doi.org/10.1109/TIT.1956.1056797*

Newell, A., y Simon, H. A. (1963). *GPS, a program that simulates human thought. In Computers and thought (pp. 279-293). MIT Press. https://dl.acm.org/doi/10.5555/216000.216024*

Nilsson, N. J. (1982). *Principles of artificial intelligence*. Springer. *https://stacks.stanford.edu/file/druid:zd294jv9941/zd294jv9941.pdf*

Nilsson, N. J. (2009). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press. *https://doi.org/10.1017/CBO9780511805834*

Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. NYU Press. *https://doi.org/10.18574/nyu/9781479837242.001.0001*

O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown Publishing Group. *https://doi.org/10.1177/0256090919853933*

OpenAI. (2023). *"Introducing GPT-4." OpenAI*. (2024, 18 de julio). *https://openai.com/index/gpt-4/*.

Pearl, J. (1984). *Heuristics: Intelligent search strategies for computer problem solving*. Addison-Wesley. *https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/525*

Quillian, M. R. (1967). Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities. *Behavioral Science*, *12*(5), 410-430. *https://doi.org/10.1002/bs.3830120511*

Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., y Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI Blog*, *1*(8), 9. (2024, 18 de julio). *https://acortar.link/dv0Fxu*

Raibert, M., Blankespoor, K., Nelson, G., Playter, R., y the BigDog Team. (2018). BigDog, the rough-terrain quadruped robot. In *The International Journal of Robotics Research*. *https://doi.org/10.1177/0278364918772410*

Raina, R., Madhavan, A., y Ng, A. Y. (2009). Large-scale deep unsupervised learning using graphics processors. In Proceedings of the 26th annual international conference on machine learning (pp. 873-880). *https://doi.org/10.1145/1553374.1553486*

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, *65*(6), 386-408. *https://doi.org/10.1037/h0042519*

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., y Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, *323*(6088), 533-536. *https://doi.org/10.1038/323533a0*

Russell, S., y Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson. *https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/8967*

Shortliffe, E. H. (1976). *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*. New York: Elsevier. *https://acortar.link/yVbJl3*

Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., Van Den Driessche, G. y Hassabis, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, *529*(7587), *https://doi.org/484-489.10.1038/nature16961*

Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A. y Hassabis, D. (2018). Mastering the game of chess and shogi by self-play with a general reinforcement learning algorithm. *Science*, *362*(6419), 1140-1144. *https://doi.org/10.1126/science.aav6016*

Simonyan, K., y Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556 https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.1556*

Tene, O., y Polonetsky, J. (2012). Big data for all: Privacy and user control in the age of analytics. *Nw. J. Tech. & Intell. Prop., 11,* 239. *https://acortar.link/JE26qd*

Tene, O., y Polonetsky, J. (2021). **Privacy in the Age of Big Data: The Challenges and Opportunities of Data Protection and Privacy in the Digital Age.** *Stanford Law Review, 64*(6), 671-717. *https://acortar.link/JsAV5b*

Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, *9*(1), 36- *https://doi.org/45.10.1145/365153.365168*

Winograd, T. (1972). Understanding natural language. *Cognitive psychology*, *3*(1), 1-191. *https://doi.org/10.1016/0010-0285(72)90002-3*

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, *8*(3), 338-353. *https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X*.

CAPÍTULO II

EMPLEO EN LA ERA DE LA IA: IMPACTOS, DESAFÍOS Y ESTRATEGIAS PARA EL FUTURO LABORAL Y PROFESIONAL

AYLIN TORRES-RAMÍREZ[1]

Resumen

Respecto al empleo, la noción de que las máquinas están destinadas a reemplazar los puestos de trabajo, es una idea que suele surgir con cada avance tecnológico. Este trabajo indaga sobre la relación entre la inteligencia artificial (IA) y el futuro del trabajo, examinando las preocupaciones sobre el desplazamiento laboral y la necesidad de adaptación en la era digital. Se utilizó un enfoque cualitativo, con un método de investigación documental basado en la revisión y análisis de fuentes secundarias. Se emplearon herramientas de inteligencia artificial (*ChatGPT, Copilot* y *Gemini*) para la búsqueda, recolección, organización y análisis de datos. El estudio revela que la IA está transformando la productividad empresarial al automatizar tareas repetitivas, optimizar los procesos y apoyar en la toma de decisiones. Se identifican habilidades humanas que la IA no puede reemplazar, como la creatividad, la resolución de problemas y la inteligencia emocional. La IA no es una amenaza para el empleo, sino una oportunidad para humanizar el trabajo. Se propone la necesidad de una transformación en la educación y formación de la fuerza laboral, así como políticas de apoyo a la innovación y el desarrollo. La clave para un futuro positivo

[1] Alumna del Doctorado en Estudios Organizacionales, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.

es considerar la IA como un complemento a las habilidades humanas, fomentando la colaboración y la adaptación al cambio.

Introducción

El mundo transita por una nueva época caracterizada por el dinamismo de la Cuarta Revolución Industrial: la inteligencia artificial (en adelante IA) y su influencia en la sociedad actual, es un tema relevante que ha experimentado un crecimiento exponencial y que sin duda ha llegado para quedarse (Nava y Naspleda, 2020; Molina, 2023).

Este avance tecnológico apresurado demanda a la vez el acondicionamiento de las formas de producción, transporte, comercialización, comunicación, entre otras, de sistemas económicos, de salud y educativos; este último, resaltando la necesidad de reajustar la formación de recursos humanos, para ponerlos a tono con las habilidades requeridas en el nuevo mercado laboral.

Respecto al empleo, la noción de que las máquinas están destinadas a reemplazar los puestos de trabajo, es una idea impregnada a cada avance tecnológico.

Como resultado de la evolución de la IA, hoy ya se cuenta con sistemas especializados que resuelven y atienden una gran cantidad de problemas y tareas: la automatización de los procesos de producción por medio de máquinas y robots, la reducción de tareas rutinarias realizadas por algoritmos o sistemas de IA, y el avance en el aprendizaje automático o *Machine Learning (ML)* que puede analizar e interpretar imágenes, personalizar la publicidad o realizar operaciones en el mercado, tiene impactos tanto positivos como negativos en la creación de empleo.

En este sentido, según el informe del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2020), si bien, las máquinas y sistemas de IA tienen la capacidad de realizar tareas rutinarias, todavía no pueden igualar la eficiencia y flexibilidad del ser humano en actividades intermedias o en aquellas donde la aportación humana agrega valor. Este mismo informe asume que solo un 16.1 % de las tareas de un gerente

de R.R.H.H. podrían ser automatizadas. Dicho lo anterior, el humano aún aporta la capacidad de resolver gran variedad de problemas y enfrentarse a múltiples situaciones, sobre todo si son nuevas para él mismo.

El objetivo del presente capítulo es revelar una parte de la relación que existe entre las variables Inteligencia Artificial y desempleo. Este trabajo invita a la reflexión sobre el papel de la IA en nuestra vida cotidiana, sobre todo la laboral, y el camino que se desea tomar en términos de su aplicación y adopción.

Método

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo. En este sentido, la investigación cualitativa conlleva un proceso de exploración profunda para comprender el significado que las personas le otorgan a su realidad ante fenómenos complejos y subjetivos (Creswell, 2014; Denzin y Lincoln, 2011; Bryman, 2016). La elección de este enfoque se fundamenta en la necesidad de explorar, interpretar y comprender las percepciones, significados y contextos subyacentes a los temas de interés.

Para alcanzar el objetivo plasmado, se hizo uso del método de Investigación documental, el cual, se erige como una herramienta fundamental en la búsqueda del conocimiento. Este método implica la revisión y análisis de documentos existentes, permitiendo a los investigadores acceder a una amplia gama de información relevante sin la necesidad de realizar nuevas recolecciones. La investigación documental es adecuada para este estudio debido a la riqueza y disponibilidad de fuentes secundarias pertinentes al tema investigado.

En lo que concierne a la recolección de información se aprovecharon las siguientes herramientas basadas en inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural:

- *ChatGPT:* Se utilizó como una herramienta interactiva para generar contenido textual, proporcionar información contextual y responder preguntas específicas relacionadas con el tema de investigación (desempleo e IA). *ChatGPT* permitió acceder a

una vasta base de conocimientos, facilitando la identificación y síntesis de información relevante.

- *Copilot:* Esta herramienta fue empleada para asistir en la redacción y edición del texto, asegurando coherencia, claridad y precisión en la presentación de los datos y argumentos. *Copilot* ayudó a estructurar las ideas y mejorar la fluidez del documento final.
- *Gemini:* Utilizado como una herramienta avanzada para el análisis de documentos, *Gemini* facilitó la identificación de patrones y temas clave dentro de la literatura revisada. Además, permitió realizar comparaciones entre diferentes fuentes, enriqueciendo el análisis y proporcionando una visión más completa y detallada.

La investigación se realizó respetando todas las consideraciones éticas pertinentes a la utilización de información documental y el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial.

Contexto global actual

Durante los últimos años, el temor de ser remplazado por una máquina va en incremento. Con el acontecimiento de la Primera Revolución Industrial, se generó un miedo generalizado por la idea de que los avances tecnológicos conllevarían a la perdida de empleo por su avance en la automatización de las tareas, al superar la inteligencia humana.

Un estudio realizado en Estados Unidos en 2023 reveló que el 52 % de los adultos estaban preocupados por la posibilidad de que la automatización reemplazara los trabajos humanos y perciben a la IA como una amenaza para el empleo (Pew Reserch Center, 2023).

En cuanto a la población joven, según el informe "*2024 Gen Z & Millennial Survey*" elaborado por *Deloitte*, seis de cada diez jóvenes de estas generaciones (nacidos entre 1983 y 2005) creen que la automatización impulsada por la IA eliminará empleos (Guerra, 2024).

Como era de esperar, esto llevaría al surgimiento de un fenómeno común: la aparición del término *FOBO (Fear of Becoming Obsolete)*, que se refiere al miedo a volverse obsoleto. El término fue acuñado por el economista de Harvard, Larry Katz, debido al imparable avance de las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y aunque no todos conocen el significado del término *FOBO*, es probable que la mayoría de las personas hayan experimentado este tipo de miedo en algún momento de sus vidas.

Así, con la aparición de esta expresión, se busca explicar el miedo que provoca la llegada de la inteligencia artificial en la vida y el trabajo de las personas, debido a una posible sustitución de la mano de obra humana. No obstante, es crucial comprender y reconocer que la obsolescencia no es un resultado, sino una mentalidad.

La magnificación de la Inteligencia Artificial ha dejado de ser una simple teoría para convertirse en una realidad que ya está golpeando innumerables sectores. En el futuro será esencial que los profesionales tengan "la flexibilidad mental" necesaria para seguir formándose y dejen a un lado, o al menos nombren, los achaques del denominado *FOBO*.

¿Más automatización igual a más desempleo?

La conexión entre automatización y desempleo es multifacética y no se puede reducir a una simple relación de causa y efecto. A pesar de que la automatización puede resultar en la pérdida de ciertos puestos de trabajo, también genera nuevas oportunidades y demanda de habilidades diferentes.

La tendencia de asumir que la automatización traerá consigo el desempleo, se ha desarrollado por noticias con un tono alarmante que intentan invadir los espacios. Por ejemplo, dentro del ámbito empresarial, Foxconn, la empresa china más grande del mundo fabricante de productos electrónicos, en 2016 desplazó aproximadamente 60 mil empleados al incorporar robots en sus actividades (El País, 2016). Recientemente, se han escuchado con mayor frecuencia notas de Ama-

zon y su estrategia en invertir en miles de robots para que se encargan del trabajo rutinario y mecánico, generando miles de despidos.

A pesar de que la percepción generalizada de la población puede parecer pesimista y estos casos específicos reflejan la disminución del empleo, aún no se informa como un fenómeno con repercusiones a nivel mundial ni se demuestra que sea la IA la responsable directa de las altas tasas de desempleo.

De hecho, en 2017, E.E.U.U. incrementó 6 % la incorporación de robots y a la vez descendió su tasa de desempleo. Otro caso es el de Alemania, que durante el periodo de 2010 a 2015, experimentó un aumento significativo en el número de puestos de trabajo en el sector automotriz, pasando de 93 mil a 813 mil. Además, durante este mismo periodo, se incorporaron 93 mil robots. Se proyecta que para el año 2023, la tasa de desempleo de este país se mantenga estable (Corvalán, 2019).

Esto revela que la IA también crea nuevos empleos en sectores emergentes, como el desarrollo y mantenimiento de tecnologías de IA, análisis de datos, ciberseguridad y otros campos tecnológicos. El Foro Económico Mundial ha pronosticado que para el 2025 la inteligencia artificial eliminará 85 millones de empleos a nivel global, pero también generará 97 millones de nuevos puestos de trabajo (Foro Económico Mundial, 2020).

Muchos trabajos actuales se modificarán con la integración de la IA y la automatización. Los roles se volverán más especializados, requiriendo habilidades digitales y de análisis.

¿Cómo la IA está transformando la productividad empresarial?

La inteligencia artificial está transformando la productividad empresarial de múltiples maneras, impulsando la eficiencia, mejorando la toma de decisiones y creando nuevas oportunidades de negocio. Dentro de las diversas áreas laborales que la IA ha modificado por su implementación incluyen la manufactura y producción, el transporte y la logística, los servicios financieros y bancarios, así como el sector

minorista. Aquí se presentan algunas de las formas clave en que la IA está impactando la productividad en estos ámbitos y en las empresas:

- *Automatización de procesos:* La IA permite automatizar tareas repetitivas y rutinarias, liberando a los empleados para que se concentren en actividades más estratégicas y creativas. Esto incluye la automatización de procesos en la cadena de suministro, gestión de inventarios, procesamiento de datos y atención al cliente.
- *Optimización de procesos:* La IA ayuda a predecir la demanda y optimizar los niveles de inventario, reduciendo costos y evitando desabastecimientos o excedentes.
- *Análisis de datos y toma de decisiones:* La IA puede analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, proporcionando *insights* valiosos que ayudan a las empresas a tomar decisiones informadas y a predecir tendencias del mercado.
- *Personalización y experiencia del cliente:* Los *chatbots* y asistentes virtuales, impulsados por IA, pueden manejar consultas de clientes 24/7, proporcionando respuestas rápidas y mejorando la satisfacción del cliente.
- *Innovación en Modelos de Negocios:* Empresas basadas en IA pueden transformar industrias tradicionales con modelos de negocio innovadores, como servicios bajo demanda, plataformas de economía colaborativa y soluciones basadas en suscripción.

Entonces, esto significa ¿reemplazar a los trabajadores? ¿qué ofrece a cambio la inteligencia artificial al desplazar al humano de estas actividades?

En la práctica, la IA buscaría mejorar la calidad de vida laboral, esto es, tiene el potencial de humanizar el trabajo de varias maneras. Por ejemplo, al eliminar las tareas repetitivas, los empleados pueden dedicar más tiempo a trabajos que les resulten gratificantes y que requieran habilidades humanas como la creatividad y la resolución de problemas. Asistentes virtuales pueden gestionar tareas administrativas y

coordinar reuniones, permitiendo a los empleados concentrarse en la colaboración y la innovación.

Además, la IA puede permitir horarios de trabajo más flexibles y el teletrabajo, mejorando el equilibrio entre la vida laboral y personal.

Habilidades y capacidades humanas lejos de reemplazar

A pesar de los avances significativos en inteligencia artificial, hay habilidades y capacidades humanas que la IA aún está lejos de reemplazar. Estas habilidades están profundamente arraigadas en la experiencia humana, la empatía, la creatividad, el juicio, la resiliencia, y seguirán siendo valiosas en un mundo cada vez más automatizado.

Para mantenerse en la llamada economía del siglo XXI, las personas deben adquirir competencias esenciales para los cambios en el mercado laboral, lo cual implica una combinación de formación, adaptabilidad y enfoque en habilidades relevantes. Es decir, la adaptabilidad y la formación continua son clave para enfrentar estos cambios.

En la era de la automatización, las habilidades profesionales clave se dividen en *hard skills* (habilidades técnicas) y *soft skills* (habilidades blandas). Algunas de las más importantes son (ver **Tabla 1**):

Tabla 1. Habilidades profesionales clave

Hard Skills	
Programación en PLC, DCS y SCADA:	Estas habilidades son esenciales para trabajar con sistemas de control industrial.
Uso de fórmulas en Excel:	La capacidad de manejar datos y crear fórmulas es crucial en entornos empresariales.
Conocimientos de instrumentación:	Comprender sensores, medidores y sistemas de control es fundamental en la automatización.
Interpretación de dibujos eléctricos y de sistemas de control:	Esto es relevante para diseñar, mantener y solucionar problemas en sistemas automatizados.

Conocimientos de redes industriales y ciberseguridad:	Proteger los sistemas automatizados contra amenazas es crucial.
	Soft Skills
Pensamiento crítico:	Capacidad para analizar situaciones y tomar decisiones informadas.
Creatividad en el trabajo:	Encontrar soluciones innovadoras y adaptarse a los cambios.
Inteligencia emocional:	Comprender y gestionar las emociones propias y de los demás.
Capacidad de colaboración:	Trabajar en equipo y comunicarse eficazmente.
Orientación al cliente:	Satisfacer las necesidades en un entorno cada vez más digitalizado.

Fuente: elaboración propia con asistencia de Copilot (2024).

Los profesionales deben estar dispuestos a aprender de forma continua. Las habilidades blandas, como la resolución de problemas, la comunicación efectiva y la colaboración, son cada vez más importantes. Las empresas valoran estas habilidades junto con las técnicas.

El equilibrio entre *hard skills* y *soft skills* es esencial para destacar en un mundo automatizado.

La ecuación que resuelve el problema

Entonces, ¿cuál es la forma correcta de enfrentar la inteligencia artificial para que deje de ser una preocupación en el entorno laboral? La clave para resolver este dilema se resume en la siguiente ecuación: Inteligencia total = inteligencia natural + inteligencia artificial. Es decir, es fundamental aprender a trabajar en conjunto con las máquinas, ya que los resultados obtenidos serán superiores a los logrados actuando de manera individual.

En vez de percibir la IA como una amenaza para los seres humanos, resulta más productivo pensar en ella como un complemento que puede potenciar las capacidades humanas. Aquella persona que haya

adquirido conocimientos a lo largo de su carrera profesional y experiencia en un determinado tema, y que se apoye en la IA, será más eficiente y, en términos empresariales, obtendrá una ventaja competitiva.

Se trata de conectar, lo cual implica unir los mundos analógico y digital para evitar una polarización de opiniones que pueda conducir a una separación y a la desconexión, incrementando de esta manera la desigualdad (ver **Figura 1**).

Desde una perspectiva latinoamericana, esta desigualdad ya comienza a mostrar ciertos rezagos. Según datos recopilados por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), América Latina representa solo el 2% de la inversión mundial en I+D (RICYT, 2024). Para el caso de los países industrializados, las empresas son las principales inversoras en I+D. En América Latina, menos de un tercio de las empresas innovadoras llevan a cabo actividades de I+D.

Según Bloomberg, para el año 2023, el 29% de las empresas en Latinoamérica están incorporando la inteligencia artificial, aunque solo se encuentran en una etapa de experimentación, es decir, están tratando de identificar los beneficios de utilizar la IA. En este proceso de experimentación, como principales limitaciones para su adopción se enlistan las habilidades, la experiencia y el conocimiento de los trabajadores para con la tecnología.

Esto da evidencia de que la región se encuentra con diversos desafíos al momento de incorporar tecnologías. Además, como se mencionó anteriormente, se suma la falta de habilidades y preparación en la fuerza laboral para satisfacer las demandas del mundo digital. Por consiguiente, las empresas prefieren continuar pagando salarios bajos en lugar de apostar por la innovación.

¿Cuál es la tarea y quiénes la deben realizar?

Son las empresas y los gobiernos quienes deben invertir en programas de formación y desarrollo para que las personas se adapten de la mejor manera a los cambios tecnológicos. Esto se traduce en trabajar por una inclusión social para adaptarse a la futura fuerza laboral.

Figura 1. *Conexión entre inteligencia natural e inteligencia artificial.*

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

No obstante, la educación juega un papel fundamental en todas sus etapas y niveles. Las instituciones universitarias son pilares del conocimiento que tienen un rol crucial en el progreso y la divulgación de la IA, formando a los futuros profesionales y promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico en este ámbito.

Por tanto, se debe hablar de una responsabilidad compartida por parte de empresas, gobierno y universidad, para una transición exitosa hacia el futuro del trabajo, pero también asumirla.

Los gobiernos deben establecer políticas de apoyo a la educación y formación profesional, incluyendo programas de subsidio para la capacitación en áreas relacionadas con la IA, así como incentivos fiscales para las empresas que inviertan en programas de desarrollo de nuevas competencias. Asimismo, las políticas de inclusión digital deben ase-

gurar que todas las personas tengan acceso a internet, dispositivos y habilidades digitales básicas para participar en la economía digital.

Las empresas deben liderar la inversión en programas de *upskilling* (enseñar al empleado nuevas competencias para optimizar su desempeño) y *reskilling* (formar al trabajador para adaptarse a nuevos puestos). Su tarea es desarrollar planes de capacitación interna, financiar cursos online y ofrecer oportunidades de desarrollo profesional relacionadas con la IA.

Las universidades y las instituciones educativas deben adaptar sus planes de estudio para incorporar habilidades digitales y de pensamiento crítico, preparando a los estudiantes para un futuro laboral en constante cambio. No se puede preparar a los estudiantes en aquello que saben hacer las máquinas. Se deben establecer alianzas con empresas para desarrollar programas de capacitación, crear proyectos de investigación conjuntos y promover el intercambio de conocimiento.

Se calcula que el 44% de las habilidades de los trabajadores sufrirán cambios en los próximos cinco años. Aunque existe un riesgo, una vez que se tiene conocimiento de ello, la sociedad debe ocuparse de evitar que esto suceda.

Reflexiones finales

El presente trabajo es una invitación a una reflexión profunda sobre el papel de la IA en el empleo y el camino que queremos seguir hacia el futuro en términos de su adopción y aplicación.

La automatización no es sinónimo de desempleo, pero requiere una gestión inteligente y una adaptación constante para asegurar un futuro laboral positivo y equitativo. Esto es, más automatización y el uso de la IA no necesariamente equivalen a más desempleo de manera directa, pero sí implican una transformación significativa del mercado laboral. El resultado final dependerá de cómo las sociedades y economías gestionen esta transición, incluyendo la adaptación de políticas educativas, laborales y sociales para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que presenta la tecnología.

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar el entorno laboral de manera que promueva la humanización del trabajo. Al automatizar tareas repetitivas, mejorar la calidad de vida laboral, personalizar el desarrollo profesional, fomentar la inclusión, mejorar la comunicación, apoyar la toma de decisiones, fomentar la innovación y apoyar el bienestar emocional, la IA puede crear un entorno laboral más humano, satisfactorio y productivo. La clave es implementar estas tecnologías de manera ética y centrada en el ser humano, asegurando que los beneficios de la IA se distribuyan de manera equitativa y mejoren la vida de todos los empleados.

En este sentido, toma relevancia la necesidad de desarrollar habilidades híbridas, es decir, combinar habilidades humanas con habilidades digitales. Se trata de una colaboración efectiva entre humanos y máquinas la cual se complemente ya que el resultado será superior al que se obtenga trabajando de manera aislada. Ejemplo de ello es la elaboración de este capítulo, que aprovechando herramientas basadas en inteligencia artificial, pero a la vez, siguiendo una integración, lógica e interpretación propia, permitieron la elaboración de este trabajo en un tiempo récord.

En lo que respecta al contexto de Latinoamérica, la inquietud por ser reemplazados por inteligencia artificial aún está lejos de alcanzarnos, y mucho tiene que ver por su misma implementación en las actividades económicas y laborales. Nos encontramos en una realidad donde la población aún no termina de adoptar el uso de las tecnologías, lo que resulta en un atraso tecnológico. Las empresas están dispuestas a seguir pagando salarios bajos que invertir en la capacitación de sus trabajadores o en cuestiones de Investigación y Desarrollo por la misma escasez de programas de apoyo por parte de los gobiernos.

La incorporación gradual de tecnología en América Latina puede considerarse una ventaja desde un punto de vista optimista, ya que nos permite anticipar los posibles impactos negativos de la automatización en el empleo y tomar las medidas necesarias para que, en el futuro, la fuerza laboral esté lo mejor preparada posible para no temer su reemplazo. Por otro lado, desde una perspectiva diferente, la incorporación tardía de tecnología en la región significa un retraso en la productividad y el crecimiento económico.

En síntesis, frente a una situación que podría parecer catastrófica, las personas seguirán supervisando y mejorando los resultados en sus lugares de trabajo, así como perfeccionando las técnicas de inteligencia artificial utilizadas para seguir avanzando en la humanización del trabajo y la optimización de los derechos de las personas. La colaboración entre empresas, gobiernos y educación es esencial para una transición exitosa hacia el futuro del trabajo impulsado por la IA. Es fundamental garantizar la equidad y la inclusión social, y preparar a todos para las nuevas oportunidades que ofrece este nuevo mundo laboral.

Referencias Bibliográficas

Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.

Carucci, R. (2024, 12 de junio). *Face Your Fear of Becoming Obsolete. https://hbr.org/2024/06/face-your-fear-of-becoming-obsolete*

Corvalán, J. G. (2019). El impacto de la inteligencia artificial en el trabajo. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, *10*(1), 35-51. https://doi.org/ 10.7213/rev.dir.econ.soc.v10i1.25870

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.

Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Sage Publications.

El País. (2016). *El mayor fabricante de móviles sustituye a 60.000 trabajadores por robots.https://elpais.com/economia/2016/05/27/actualidad/1464342646_679598.html*

Gemini. (2024). *Página oficial. https://aistudio.google.com/app/prompts/new_chat*

Guerra, M. (2024). *Los jóvenes también temen perder su trabajo por la inteligencia artificial. https://elpais.com/economia/2024-06-17/los-jovenes-tambien-temen-perder-su-trabajo-por-la-inteligencia-artificial.html*

Microsoft Copilot. (2024). *Copilot Bing*. https://copilot.microsoft.com/

Molina, S. P. (2023). El impacto económico de la inteligencia artificial y la automatización en el mercado laboral. *Revista Científica Kosmos, 2*(1). https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.44

Nava, A. y Naspleda, F. D. (2020). Inteligencia artificial, automatización, reestructuración capitalista y el futuro del trabajo: un estado de la cuestión. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/143688

OpenAI. (2024). *ChatGPT [Modelo de lenguaje de gran tamaño]. https://chatgpt.com/*

Pew Research Center. (2023). *Growing public concern about the role of artificial intelligence in daily life. https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/08/28/growing-public-concern-about-the-role-of-artificial-intelligence-in-daily-life/*

RICYT. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2024). *Página oficial. https://www.ricyt.org/*

World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/*

CAPÍTULO III

LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN FINANZAS: EFICIENCIA, OPORTUNIDADES Y RETOS EN BANCA Y MERCADOS BURSÁTILES

CINTHIA NOEMI ZACATENCO ARELLANO[1]

Resumen

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el sector financiero, afectando tanto a la banca como a la bolsa de valores. Esta tecnología mejora la eficiencia y ofrece nuevas oportunidades, aunque también presenta desafíos importantes. En la banca, la IA optimiza la atención al cliente, la gestión de riesgos, la detección de fraude, el análisis de crédito y la personalización de servicios, pero plantea problemas de privacidad de datos, desplazamiento de empleos y la necesidad de regulación (Huang y Rust, 2018; Bussmann, 2020; Davenport y Ronanki, 2018; Autor, 2015). En la bolsa, la IA avanza la predicción de valores al analizar grandes volúmenes de datos, lo que aumenta la precisión y velocidad del *trading* y facilita el acceso a estrategias de inversión (Smith, 2020; Hu y otros, 2011). Sin embargo, eventos como la reciente falla del servicio *Azure OpenAI* de *Microsoft* subrayan la necesidad de una infraestructura tecnológica sólida y una respuesta efectiva a incidentes (Microsoft Azure, 2024; World Economic Forum, 2023).

[1] Alumna de la Licenciatura en Administración, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando numerosos sectores, y el ámbito financiero no es una excepción. Desde la banca tradicional hasta los mercados bursátiles, la IA está transformando la forma en que operan estas instituciones, proporcionando una eficiencia sin precedentes y nuevas oportunidades de crecimiento. Sin embargo, esta revolución tecnológica también trae consigo desafíos significativos y riesgos que deben ser gestionados adecuadamente. Este artículo explora el futuro de los bancos y la bolsa de valores bajo la influencia de la IA, analizando las posibles pérdidas y ganancias que esta tecnología puede generar (Smith, 2020).

La Evolución de los Bancos y la Bolsa

Historia y Evolución de los Bancos

La historia de los bancos se remonta a la antigüedad, con las primeras instituciones financieras emergiendo en Mesopotamia alrededor del 2000 a.C. Estas primeras formas de bancos ofrecían servicios básicos de almacenamiento de granos y otros bienes valiosos. A medida que las civilizaciones avanzaban, los bancos comenzaron a ofrecer préstamos y servicios de cambio de moneda (Jones, 2018).

Durante la Edad Media, los bancos se desarrollaron aún más en Europa, especialmente en Italia, con la aparición de instituciones como el Banco di San Giorgio en Génova. En el Renacimiento, los bancos comenzaron a expandirse internacionalmente, facilitando el comercio global y el desarrollo económico (Williams, 2017).

En la era moderna, los bancos han evolucionado para convertirse en instituciones complejas que ofrecen una amplia gama de servicios financieros. La tecnología ha jugado un papel crucial en esta evolución, desde la introducción de los primeros cajeros automáticos en la década de 1960 hasta las modernas aplicaciones de banca móvil y la banca en línea (Brown, 2019).

Historia y Evolución de la Bolsa de Valores

La bolsa de valores también tiene una larga historia que se remonta a la Edad Media, con las primeras formas de mercados de valores emergiendo en Europa. La primera bolsa de valores oficial fue la Bolsa de Ámsterdam, establecida en 1602 por la Compañía Holandesa de las Indias Orientales. Esta bolsa permitió a los inversores comprar y vender acciones de la compañía, marcando el inicio del mercado de valores moderno (Garcia, 2021).

Con el tiempo, se establecieron otras bolsas importantes en Londres, Nueva York y otras ciudades principales. La bolsa de valores se convirtió en un componente crucial del sistema financiero global, facilitando la inversión y el crecimiento económico (Johnson, 2016).

En las últimas décadas, la tecnología ha transformado la bolsa de valores, introduciendo sistemas de trading electrónico que han aumentado la velocidad y la eficiencia de las transacciones. Los algoritmos de trading y el análisis de datos han revolucionado la forma en que los inversores toman decisiones y gestionan sus carteras (Smith, 2020).

Papel de la Tecnología en esta Evolución

La tecnología ha sido un motor clave en la evolución tanto de los bancos como de la bolsa de valores. La introducción de computadoras y sistemas electrónicos ha permitido a estas instituciones manejar grandes volúmenes de datos y transacciones con mayor rapidez y precisión (Adams, 2018).

En la banca, la tecnología ha facilitado la creación de servicios digitales que permiten a los clientes realizar operaciones bancarias desde cualquier lugar y en cualquier momento. Los sistemas de gestión de riesgos y fraude han mejorado significativamente, gracias a la capacidad de la tecnología para analizar patrones y detectar anomalías (Williams, 2017).

En la bolsa de valores, la tecnología ha permitido el desarrollo de plataformas de *trading* electrónico, donde los algoritmos pueden ejecutar transacciones en milisegundos, aprovechando las oportunidades

de mercado con una precisión que sería imposible para los humanos. La tecnología también ha mejorado la transparencia y la accesibilidad del mercado, permitiendo a más personas participar en la inversión de acciones (ver **Figura 1**) (Brown, 2019).

Figura 1. Una IA holográfica azul con un fondo de varios símbolos y números de moneda.

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

La Inteligencia Artificial y su Rol en la Banca

Definición y Conceptos Básicos de IA

La inteligencia artificial (IA) se refiere a la simulación de procesos de inteligencia humana por parte de sistemas informáticos. Estos procesos incluyen el aprendizaje (la adquisición de información y reglas para el uso de la información), el razonamiento (utilizar las reglas para

alcanzar conclusiones aproximadas o definitivas) y la autocorrección (Russell y Norvig, 2016).

En el contexto de la banca, la IA incluye una variedad de tecnologías como el aprendizaje automático *(machine learning),* el procesamiento de lenguaje natural (NLP), los *chatbots* y la analítica predictiva, entre otros (Goodfellow y otros, 2016).

Aplicaciones Actuales de la IA en los Bancos

Los bancos están utilizando IA en diversas áreas para mejorar sus operaciones y servicios. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen (ver **Figura 2**):

1. *Atención al Cliente:* Los *chatbots* y asistentes virtuales están siendo utilizados para proporcionar soporte al cliente las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Estos sistemas pueden manejar consultas básicas, realizar transacciones simples y liberar a los empleados humanos para que se ocupen de problemas más complejos (Huang y Rust, 2018).
2. *Gestión de Riesgos*: La IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones y predecir riesgos, ayudando a los bancos a gestionar sus carteras y minimizar las pérdidas (Bussmann, 2020).
3. *Detección de Fraude:* Los algoritmos de IA pueden monitorear las transacciones en tiempo real para detectar actividades sospechosas y prevenir el fraude antes de que ocurra (Ngai y otros 2011).
4. *Análisis de Crédito:* Los modelos de aprendizaje automático pueden evaluar la solvencia crediticia de los solicitantes de préstamos de manera más precisa que los métodos tradicionales, permitiendo decisiones de préstamo más informadas (Khandani, Kim y Lo, 2010).
5. *Personalización de Servicios:* La IA puede analizar los datos de los clientes para ofrecer productos y servicios personalizados,

mejorando la satisfacción del cliente y aumentando las oportunidades de ventas cruzadas (Davenport y Ronanki, 2018).

Figura 2. Colaboración de IA y humanos en un banco.

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

Ventajas y Desafíos de la Implementación de IA en la Banca

Ventajas:

- *Eficiencia Operativa:* La automatización de tareas rutinarias y el análisis de datos en tiempo real permiten a los bancos operar de manera más eficiente y reducir costos (Bussmann, 2020).
- *Mejora de la Experiencia del Cliente:* La personalización y la disponibilidad continua de servicios mejoran la satisfacción del cliente (Huang y Rust, 2018).
- *Mejor Gestión de Riesgos:* La capacidad de analizar grandes volúmenes de datos permite una mejor identificación y mitigación de riesgos (Ngai et al., 2011).

Desafíos:

- *Privacidad y Seguridad de los Datos:* La implementación de IA requiere el manejo de grandes cantidades de datos, lo que plantea desafíos en términos de privacidad y seguridad (Davenport y Ronanki, 2018).
- *Desplazamiento de Empleos:* La automatización puede llevar a la reducción de puestos de trabajo, creando desafíos sociales y económicos (Autor, 2015).
- *Regulación y Cumplimiento:* Los marcos regulatorios para la IA aún están en desarrollo, lo que crea incertidumbre para las instituciones financieras (Brynjolfsson y McAfee, 2014).

Futuro de la IA en la predicción de Valores Bursátiles y su Impacto en Inversiones

La inteligencia artificial (IA) está posicionada para revolucionar la predicción de valores bursátiles, potenciando el proceso de inversión y venta de acciones. A continuación, se explica cómo podría funcionar esta tecnología y las ventajas que ofrecería:

Funcionamiento de la IA en la Predicción Bursátil

1. *Análisis de Datos Masivos:* La IA puede analizar grandes volúmenes de datos financieros, históricos y en tiempo real, incluidos precios de acciones, noticias económicas, informes financieros y eventos globales. Mediante algoritmos de aprendizaje automático, la IA puede identificar patrones y tendencias que son invisibles para los analistas humanos.
2. *Modelos Predictivos Avanzados:* Utilizando técnicas como las redes neuronales profundas, la IA puede construir modelos predictivos que anticipen el comportamiento futuro del mercado. Estos modelos se ajustan constantemente a medida que

se alimentan con nuevos datos, mejorando su precisión con el tiempo (Russell y Norvig, 2016).

3. *Ejecución Automatizada de Transacciones:* Los sistemas de trading algorítmico basados en IA pueden ejecutar automáticamente operaciones de compra y venta de acciones en fracciones de segundo, respondiendo a las señales del mercado con mayor rapidez y precisión que los *traders* humanos. Esto incluye la optimización de estrategias de trading para maximizar las ganancias y minimizar los riesgos (Smith, 2020).

Ventajas de la IA en la Predicción y Trading Bursátil

- *Precisión Mejorada:* La capacidad de la IA para analizar datos complejos y no estructurados permite predicciones más precisas y confiables, reduciendo el riesgo de inversiones basadas en conjeturas o análisis limitados.
- *Velocidad y Eficiencia:* La IA puede procesar y actuar sobre información en tiempo real mucho más rápido que cualquier ser humano, lo que es crucial en mercados financieros altamente volátiles donde el tiempo es esencial.
- *Reducción del Sesgo Humano:* Las decisiones de inversión basadas en IA están libres de emociones y prejuicios humanos, lo que puede llevar a decisiones más objetivas y basadas en datos concretos.
- *Acceso Democratizado:* La implementación de IA en la predicción bursátil puede hacer que las estrategias de inversión avanzadas sean accesibles a una mayor cantidad de inversores, no solo a grandes instituciones financieras. Esto podría nivelar el campo de juego en el mercado financiero.
- *Optimización de Portafolios:* Los sistemas de IA pueden ayudar a los inversores a optimizar sus portafolios mediante el análisis continuo de riesgos y oportunidades, ajustando las posiciones de manera dinámica para maximizar el rendimiento (ver **Figura 3**) (Hu y otros, 2011).

Figura 3. Una IA holográfica azul con un fondo de varios símbolos y números de moneda.

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

El Futuro de los Bancos y la Bolsa: Impacto de la Inteligencia Artificial

Impacto de la IA en la Banca

Automatización y Eficiencia

La IA ha permitido a los bancos automatizar una amplia gama de procesos, desde la atención al cliente hasta la detección de fraudes. Los *chatbots* y los asistentes virtuales están mejorando la experiencia del cliente al proporcionar respuestas rápidas y precisas a consultas comunes (Russell y Norvig, 2016). Además, los sistemas de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real para identificar

transacciones sospechosas, mejorando significativamente la capacidad de los bancos para prevenir fraudes (Huetal, 2011).

Análisis Predictivo y Gestión de Riesgos

La IA también está transformando la gestión de riesgos en la banca. Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, los bancos pueden predecir riesgos financieros y tomar medidas preventivas. Por ejemplo, pueden anticipar impagos de préstamos y ajustar las políticas de crédito en consecuencia, reduciendo así las pérdidas potenciales (Smith, 2020).

Ejecución Automatizada de Transacciones

Los sistemas de *trading* algorítmico basados en IA pueden ejecutar automáticamente operaciones de compra y venta de acciones en fracciones de segundo. Estos sistemas pueden responder a las señales del mercado con mayor rapidez y precisión que los *traders* humanos, optimizando las estrategias de trading para maximizar las ganancias y minimizar los riesgos (Smith, 2020).

Casos recientes y lecciones aprendidas

Falla de Microsoft y su Impacto

En julio de 2024, una falla en el servicio *Azure OpenAI* de Microsoft causó interrupciones significativas en múltiples regiones, afectando a numerosas empresas y provocando pérdidas financieras considerables. Este incidente subraya la importancia de una infraestructura tecnológica robusta y de la capacidad de respuesta rápida a incidentes (Microsoft Azure, 2024).

La respuesta a esta falla involucró la identificación rápida del problema, la mitigación de la interrupción y la restauración de los servicios. Este evento ilustra cómo la IA puede desempeñar un papel crucial

en la recuperación de desastres, automatizando procesos de recuperación y minimizando el tiempo de inactividad (Microsoft Azure, 2024).

Colaboración y Seguridad

La colaboración entre bancos y organizaciones tecnológicas puede mejorar la resiliencia del sector financiero. Compartir información sobre amenazas y soluciones efectivas permite a las instituciones financieras aprender de las experiencias de otras organizaciones y aplicar mejores prácticas para protegerse contra fallas tecnológicas y ciberataques (ver **Figura 4**) (World Economic Forum, 2023).

Figura 4. *El futuro de los bancos y la IA.*

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

Conclusión

La inteligencia artificial (IA) ha desencadenado una transformación significativa en el sector financiero, revolucionando tanto la banca como los mercados bursátiles. En la banca, la IA ha optimizado la efi-

ciencia operativa mediante la automatización de tareas y la mejora de la gestión de riesgos y la detección de fraudes. Los *chatbots* y sistemas de análisis de datos en tiempo real han mejorado la experiencia del cliente y reducidos costos. Sin embargo, desafíos como la privacidad de los datos y el impacto en el empleo siguen siendo relevantes.

En el ámbito bursátil, la IA ha elevado la precisión y velocidad del trading, permitiendo decisiones basadas en datos en tiempo real y reduciendo el sesgo humano. La democratización de estrategias de inversión y la optimización de portafolios destacan como beneficios clave. No obstante, la reciente falla del servicio *Azure OpenAI* subraya la necesidad de robustecer la infraestructura tecnológica y gestionar riesgos.

El futuro de la IA en finanzas promete seguir innovando, pero es crucial equilibrar los avances tecnológicos con una gestión cuidadosa de los riesgos y desafíos para maximizar sus beneficios y asegurar una integración segura y equitativa en el sector.

Referencia Bibliográfica

Adams, M. (2018). The impact of technology on banking. *Journal of Financial Services, 34*(2), 145-158.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives, 29*(3), 3-30. https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3

Brown, J. (2019). Digital transformation in banking. *Finance Today, 56*(1), 24-35.

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. W.W. Norton & Company.

Bussmann, N. (2020). Machine learning and AI in banking. *Financial Innovation, 6*(1), 1-20.

Davenport, T. H., y Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review, 96*(1), 108-116.

Garcia, P. (2021). A history of stock exchanges. *Market Economics, 43*(3), 76-88.

Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press. https://books.google.es/books?id=omivDQAAQBAJ&lpg=PR5&ots=MOO09pnzSV&dq=Goodfellow%2C%20I.%2C%20Bengio%2C%20Y.%2C%20%26%20Courville%2C%20A.%20(2016).%20Deep%20learning.%20MIT%20Press.&lr&hl=es&pg=PR5#v=onepage&q=Goodfellow,%20I.,%20Bengio,%20Y.,%20&%20Courville,%20A.%20(2016).%20Deep%20learning.%20MIT%20Press.&f=false

Huang, M. H., y Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research, 21*(2), 155-172. https://doi.org/10.1177/1094670517752459

Johnson, L. (2016). The evolution of the stock market. *Journal of Economic History, 76*(4), 1200-1225.

Jones, S. (2018). The origins of banking. *Financial History Review, 25*(1), 1-19.

Khandani, A. E., Kim, A. J., y Lo, A. W. (2010). Consumer credit-risk models via machine-learning algorithms. *Journal of Banking & Finance, 34(*11), 2767-2787. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.06.001

Microsoft Azure. (2024). *Azure status history*. https://azure.status.microsoft

Ngai, E. W. T., Hu, Y., Wong, Y. H., Chen, Y., y Sun, X. (2011). The application of data mining techniques in financial fraud detection: A classification framework and an academic review of literature. *Decision Support Systems, 50*(3), 559-569. https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.08.006

Russell, S., y Norvig, P. (2016). Artificial intelligence: A modern approach (3rd ed.). Pearson.

Smith, A. (2020). Artificial intelligence in finance. *FinTech Journal, 28*(4), 67-79. https://books.google.es/books?id=3PYCEAAAQBAJ&lpg=PP1&ots=b2uChGAOtI&dq=Smith%2C%20A.%20(2020).%20Artificial%20intelligence%20in%20finance.%20FinTech%20Journal%2C%2028(4-)%2C%2067-79.&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

Williams, M. (2017). Banking through the ages. *Historical Economics, 32*(2), 200-215.

World Economic Forum. (2023). *Financial loss exposure of cyber risks across industries*. https://www.weforum.org

CAPÍTULO IV

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INMORTALIDAD

OSCAR LOZANO CARRILLO[1]

Introducción

La Inteligencia Artificial constituye sin duda, el avance más importante en la evolución de la especie, ya que con esta evolución tecnológica el ser humano está en condiciones de acelerar vertiginosamente la adquisición y desarrollo del conocimiento, a través de entidades externas (máquinas) que reproducen la forma en la que el cerebro humano trabaja, principalmente la forma en la que el ser humano aprende y atendiendo una de las dimensiones que tienen mayor impacto, diremos que quizá por primera vez en la historia de la humanidad el ser humano está cerca de alcanzar inmortalidad, es decir que gracias a la IA, se abre la posibilidad prolongar la vida más allá de los años que normalmente vivía desde el origen de la especié hace aproximadamente 120mil años[2], lo cual sería sin duda uno de los cambios paradigmáticos más impactantes en la historia de la humanidad (ver **Figura 1**).

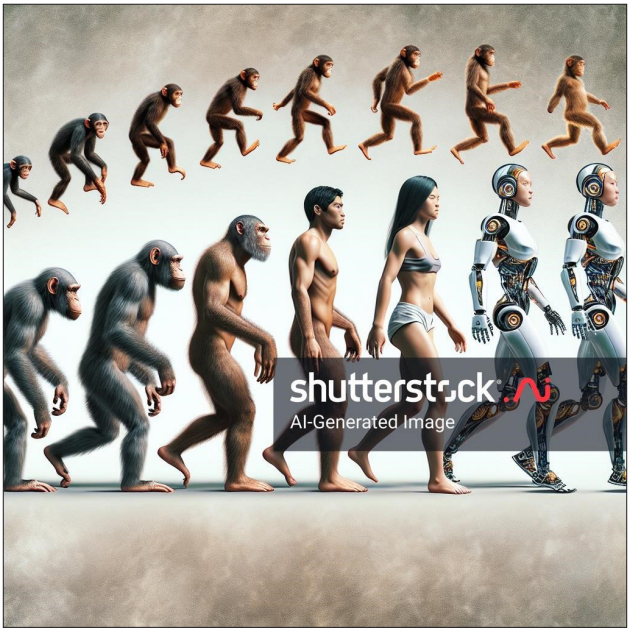
Existen en este contexto al menos tres modalidades en las que se comienza a hablar de la inmortalidad de la especie humana, la primera de ellas en un formato digital de carácter más metafórico que real, es aquel en el que una maquina puede ser alimentada con la información

[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] Anatómicamente, el hombre moderno es clasificado como Homo sapiens-sapiens. Apareció hace 120.000 – 100.000 años asociado al desarrollo tecnológico (Valdebenito, 2007).

de alguien que murió y mediante la inteligencia artificial poder crear la ilusión de que esta persona vive mediante una interacción personal con la máquina que incluye imagen y audio de quien murió. Una segunda visión de la inmortalidad es aquella en la se afirma que la IA podrá construir cualquier parte del cuerpo humano que se requiera, para ser reemplazada y poco a poco irnos convirtiendo en *cyborgs* hombres y mujeres máquinas que superen la muerte; finalmente tenemos la perspectiva de que en un futuro cercano, podremos reparar el cuerpo mediante la nanotecnología; Raymon Kurzwell, director de ingeniería de *Google,* quién es experto en IA afirmó que la esta es la llave de pandora hacia la inmortalidad, ya que se podrá evitar el envejecimiento y/o reparación de las células de nuestro cuerpo. En el presente capítulo revisaremos estas tres perspectivas, además de emitir algunas reflexiones sobre este tema tabú tan interesante que es la inmortalidad.

Figura 1. Evolución del ser humano.



Fuente: Shutterstock (2024).

La inmortalidad

Sin duda uno de los sueños más comunes del ser humano como especie, pero también a manera individual es ganar vida, trascender la muerte, ser inmortal, sueño que en realidad es naturaleza humana, ya que nuestro código genético está predeterminado para sobrevivir a toda costa, como especie y como individuos, así pues, se podría decir que cada acto de nuestro diario acontecer, tiene como fundamento teleológico la supervivencia. Desde que él se concibe un nuevo ser mediante la fecundación del ovulo, nuestro sistema orgánico comienza una lucha por la supervivencia que persiste hasta que morimos, incluso la propia naturaleza de la misma concepción de un ser humano es precedida por un acto de supervivencia, en este caso de la especie humana, es decir, nuestra naturaleza como animales nos dirige inexorablemente a la búsqueda permanente por mantener nuestra existencia en el ecosistema y ya no revisamos más allá de esto, porque llegaríamos al momento mismo de la aparición de la vida en el planeta hace cuatro mil quinientos millones de años.

Existen múltiples ejemplos que aluden directamente la búsqueda de la inmortalidad que tiene el ser humano desde su origen, una de las más evidentes y naturales sin duda alguna la constituye lo que define a las múltiples religiones del mundo (Gómez, 2018):

- *Cristianismo*: Los cristianos creen en la inmortalidad del alma. Según esta fe, después de la muerte, las almas van al cielo, al infierno o al purgatorio, dependiendo de sus acciones y fe en la vida terrenal.
- *Islam*: En el islam, se cree que después de la muerte, las almas son juzgadas por Alá. Los justos son recompensados con la vida eterna en el paraíso, mientras que los pecadores son castigados en el infierno.
- *Hinduismo:* Los hindúes creen en la reencarnación, donde el alma renace en un nuevo cuerpo después de la muerte. Este ciclo de nacimiento, muerte y renacimiento continúa hasta que el alma alcanza la moksha, o liberación, y se une con el Brahman, el ser supremo.

- *Budismo:* Similar al hinduismo, el budismo también cree en el ciclo de reencarnación. Sin embargo, el objetivo final es alcanzar el nirvana, un estado de liberación del sufrimiento y del ciclo de renacimientos.
- *Judaísmo:* Las creencias sobre la inmortalidad en el judaísmo varían. Algunos judíos creen en la resurrección de los muertos en el fin de los tiempos, mientras que otros creen en la inmortalidad del alma y su unión con Dios.
- *Sijismo:* Los sijes también creen en la reencarnación y en el ciclo de nacimiento y muerte. El objetivo es alcanzar la unión con Dios y liberarse de este ciclo.

Podemos observar como las religiones cada una a su manera, destacan la inmortalidad como el fin último de cada ser y al final todas comparten un destino común (ver **Figura 2**).

Figura 2. El ser humano y su origen.

Fuente: Gutiérrez (2019).

Otro de los ámbitos donde aparece comúnmente el tema de la inmortalidad es en la literatura, con obras donde el tema principal es la inmortalidad e incluso muchas de ellas han sido llevadas a la pantalla grande. El cine y las series de televisión muestran en múltiples versiones el tema de la inmortalidad, incluso se muestra como una condición de poder supernatural en muchos de los héroes míticos que seguimos desde la infancia. Algunas de las historias más conocidas de la literatura:

- *Las intermitencias de la muerte* de José Saramago (2015): Una sociedad donde la muerte deja de actuar y las implicaciones de esta situación.
- *Cero K* de Don DeLillo (2019): Trata sobre la criogenización y la búsqueda de la vida eterna.
- *El elixir de la inmortalidad* de Gabi Gleichmann (2024): Un viaje a través de ocho siglos de historia con la familia Spinoza, guardianes de un brebaje que asegura la vida eterna.
- *El poema de Gilgamesh* (Anónimo, 2005): Una de las primeras obras literarias conocidas, donde el héroe busca la inmortalidad tras la muerte de su amigo Enkidu (ver **Figura 3**)..

Figura 3. Poema de Gilgamesh.

Fuente: Anónimo (2005).

- *El inmortal* de Jorge Luis Borges (2011): Un relato que explora las consecuencias de la inmortalidad.
- *Los inmortales* de Manuel Vilas (2012): Una galería de personajes inmortales descubiertos en el año 22011.
- *Pedro Paramo* de Juan Rulfo (2005): La novela también explora cómo los recuerdos y las historias de los personajes crean una forma de inmortalidad, ya que sus vidas y experiencias continúan influyendo en el presente de Comala.
- *Frankenstein* de Mary Shelley (2011): Es un clásico de la literatura gótica y cuenta la historia de Victor Frankenstein, un científico que crea vida a partir de materia inanimada. Su creación conocida como el monstruo de Frankenstein, busca desesperadamente la aceptación y la inmortalidad emocional, pero enfrente el rechazo y la soledad. Esta obra ha sido varias veces llevada al cine, una de las más recientes presentaciones se da con *"Poor things"* película de Giorgios Lanthimos de 2023 con una excelente historia de inmortalidad y conflictos morales (ver **Figura 4**).

Figura 4. La novia de Frankenstein.

Fuente: Miguel Barroso (2019).

- *Sinfín* de Martín Caparrós: Un pueblo en la Patagonia donde aún existen la vejez y la muerte en el año 2070. El error es el cuerpo. Morir es fallar. u una forma nueva de la vida eterna se ha convertido en el mayor logro de nuestra civilización.
- *El retrato de Dorian Gray* de Oscar Wilde (2015): La historia de un hombre que permanece joven mientras su retrato envejece, explorando los deseos y consecuencias de la inmortalidad.

Tanto *Pedro Páramo* como *El retrato de Dorian Grey* son obras que han sido llevadas al cine en formatos sumamente atractivos, el tema de la inmortalidad se hace presente en la idiosincrasia mexicana en formatos poéticos surrealistas como *Pedro Páramo* o *La muerte de Artemio Cruz* y en el libro de Oscar Wilde se describe el deseo humano a la trascendencia, pero con costos altos por el atrevimiento. La literatura y el cine se convierten en artefactos descriptivos de la cultura, pero al mismo tiempo son mecanismos de construcción de la realidad que determina la naturaleza humana.

Podríamos mostrar muchas otras áreas donde la inmortalidad está presente, por ejemplo, en la misma medicina, cuyo fin último es alargar la vida a cualquier costo. En época reciente vivimos por ejemplo, uno de los momentos más complejos de la historia moderna de la humanidad, cuando el virus SAR CoV2 cobró millones de vidas en el mundo entero y la posición de la sociedad, del ser humano, de la civilización no fue quedarse viendo y esperar a que pasara la emergencia sanitaria, sino que en todo momento se buscaron los medios para contender con la muerte y además de la evolución en los tratamientos, se llegó en tiempos récord a la construcción de vacunas que nuevamente salvaron a la humanidad de la muerte.

Hoy en día finalmente ya se tienen elementos para afirmar que la inmortalidad del ser humano está por darse, se dice a manera de impacto discursivo que "¡el primer ser humano que será inmortal, ya nació! Actualmente hay un ordenador que es capaz de hacer 300 millones de billones de cálculos por segundo, esto quiere decir que si todas las personas del mundo hicieran juntas un cálculo, tardarían 40 años en hacer lo que esta máquina hace en un año, lo cual representa una evolución de conocimiento impresionante, es con ello que se están

alcanzando estos desarrollos tecnológicos que digitalizan seres humanos para seguir interactuando con ellos, es así que ya es posible remplazar partes humanas por otras que serán fabricadas artificialmente, incluso con mejores características y competencias que las actuales y es con esta evolución en el conocimiento que podremos reparar nuestras células enfermas o reemplazarlas mediante la tecnología para poder elegir vivir más de doscientos años y esto sucederá en menos de cinco años según los expertos.

La digitalización del ser humano

Es esta búsqueda perene por la inmortalidad la IA como hemos dicho ha generado múltiples fórmulas que están trascendiendo a todo lo conocido con anterioridad, porque aunque se diga que los libros, las fotos, los videos y el legado en general de la gente, incluyendo a los hijos e hijas, al final no se comparan en absoluto con estas formas de inmortalidad que se avecinan y que incluso ya están presentes hoy en día, tal es el caso de la Digitalización del Ser Humano, donde a través de la inteligencia artificial se procesa toda la información que se tiene sobre una persona, y se lleva a dispositivo en los cuales se puede interactuar con ellos aún después de la muerte.

En *Black Mirrow* se exploran este tipo de ideas, en el capítulo *"Vuelvo en seguida" (Be righ back)* una chava contrata con una empresa que se dedica a generar realidad virtual, para interactuar con su novio muerto, lo interesante es que cuando se presentó este capítulo en 2013, aún no se tenía la tecnología para realizar ese tipo de experiencia, pero hoy ya se tiene.

El caso más ilustrativo de esta forma de buscar la inmortalidad se dio en Corea del Sur, cuando una madre que había perdido a su hijita de 7 años contrató un equipo de televisión que recreó la imagen tridimensional de la niña y mediante dispositivos de realidad aumentada, la pudieron reunir de nuevo con ella para despedirse.

La tecnología utilizada permitió reproducir mediante un avatar a la niña que se construyó a manera de un holograma, con la interacción de movimientos que otra niña de su edad grabó para ser registrados

y proyectados ya con la imagen tridimensional de la *Na-yeon* la niñita surcoreana, además de también tener la voz que se pudo obtener de videos y audios que se tenían de ella. Esta experiencia fue presentada en un programa de televisión y tuvo un gran impacto a nivel nacional y mundial, pero el impacto más grande sin duda lo tuvo la familia y sobre todo la madre que pudo de nuevo interactuar con su hija muerta. A final de la interacción en realidad virtual, la niñita se acuesta a dormir y le pide que no la olvide, convirtiéndose en una mariposa blanca que se aleja volando.

> El documental ha desatado un debate sobre las implicaciones morales y psicológicas de "reencontrarse" con seres queridos fallecidos. Mientras que algunos creen que puede proveer alivio, otros piensan que impide que las personas sigan adelante con sus vidas. Algunos han acusado a la cadena MBC de aprovecharse del dolor de la madre. Un video de 10 minutos fue publicado en *YouTube* y ha sido visto más de 13 de millones de veces con alrededor de 19.000 comentarios. Algunos usuarios expresaron su preocupación sobre si la experiencia trajese más desesperanza y tristeza para *Ji-sung,* mientras que otros se preguntaban si el experimento era un "paraíso o un infierno".
>
> Pero Jang Ji-sung afirma que le ha ayudado. Después de la muerte de su hija, se tatuó el nombre de Na-yeon y puso fotos de ella por toda la casa. Usaba un collar que contenía dentro las cenizas de su hija.
>
> Algunos psicólogos consultados por BBC Corea dijeron que la experiencia podría ayudar a Ji-sung a lidiar con el trauma de perder prematuramente a su hija.
>
> "Es muy útil para las personas que han sufrido una pérdida inesperada para tener una despedida en condiciones tras un dolor profundo", dijo Seon-Gyu Koh, del Instituto Universitario de Salud Mental de Corea del Sur (Hyojum, 2000).
>
> En sus sueños, la madre dice que Na-yeon lucía triste, pero en la reunión virtual estaba sonriendo.

Figura 4. Na-yeon

Fuente: as.com/epik/2020/02/11/portada/

Este caso ocurrió en 2020 ya desde entonces la tecnología ha evolucionado mucho más. Ahora mismo en china la empresa *"Super Brain"* cobra entre $1, 400 y $2, 800 dólares por crear un *"bot fantasma"* el cual es un avatar de un familiar muerto, con el que una persona puede interactuar en tiempo real gracias a una tecnología de donde están cargados los datos, imagen y audio de quien murió y con la tecnología GPT *(Generative Pre-trained Transformer)*, teniendo conversaciones tan reales como si realmente fuera la persona que ya no está, con esta tecnología se puede hablar de eventos actuales y pasados, además de mantener la memoria permanentemente de todo lo platicado desde el principio.

> Utilizando tecnología *deep fake*, el software de inteligencia artificial puede crear una representación virtual interactiva de una persona fallecida utilizando su contenido digital, como fotografías, correos electrónicos y videos. Algunas de estas creaciones eran solo temas de fantasía de ciencia ficción hace solo unos años, pero ahora son una realidad científica.
>
> Los fantasmas digitales podrían ser un consuelo para los afligidos al ayudarlos a reconectarse con sus seres queridos perdidos. Podrían brindar una oportunidad para que el usuario diga algunas cosas o haga preguntas que nunca tuvo la oportunidad cuando la persona ahora fallecida estaba viva.

> Pero el extraño parecido de los robots fantasma con un ser querido perdido puede no ser tan positivo como parece.
>
> Las investigaciones sugieren que los *deathbots* deberían usarse solo como una ayuda temporal durante el duelo para evitar una dependencia emocional potencialmente dañina de la tecnología. Los fantasmas de la IA podrían ser perjudiciales para la salud mental de las personas al interferir con el proceso de duelo. El duelo lleva tiempo y hay muchas etapas diferentes que pueden tener lugar a lo largo de muchos años. Cuando acaban de sufrir un duelo, quienes experimentan duelo pueden pensar con frecuencia en su ser querido fallecido, es posible que recuerden viejos recuerdos y es bastante común que una persona en duelo sueñe más intensamente con su ser querido perdido.
>
> Al psicoanalista Sigmund Freud le preocupaba cómo responden los seres humanos a la experiencia de pérdida. Señaló posibles dificultades adicionales para quienes están en duelo si hay negatividad en torno a una muerte, por ejemplo, si una persona tiene sentimientos ambivalentes hacia alguien y muere, la persona podría quedarse con un sentimiento de culpa o si una persona muere en circunstancias horribles, como un asesinato, a una persona en duelo podría resultarle más difícil aceptarlo (Mulligan, 2024).

La tecnología que utiliza IA para interactuar con gente que ya murió a través de avatares y que se conoce más con el nombre de *"Ghost Bosts"* tiene como particularidad la aparente unidireccionalidad de la interacción, ya que en sentido estricto la persona fallecida no está viva, sino que la sustituye un dispositivo inteligente que reproduce de manera fiel no sólo la imagen y sonido de quien representa, sino que lo hace con ideas autogeneradas por el GPT que parece darle contexto y vigencia a sus conversaciones. En esta interacción existe algo o alguien que suple a quien ya no está.

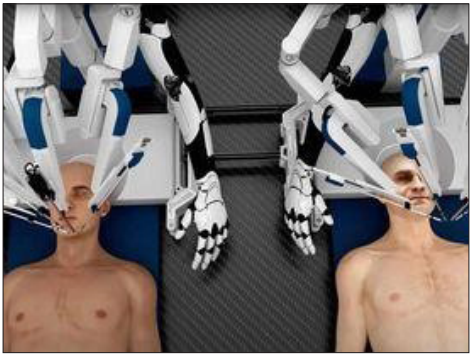
En los avatares más avanzados el reto estará no en reproducir las imágenes, sonidos e ideas de quien ha muerto, sino en lograr traer de la muerte a quién ya no esta a través de la tecnología, autogenerando por ejemplo clones biológicos que además de imagen y semejanza física, auditiva y mental, tengan la conciencia e identidad de quién eran antes de morir.

Inmortalidad mediante trasplante de órganos y prótesis artificiales con IA

Uno de los campos más espectaculares que se están viendo beneficiados es el de la medicina mediante los trasplantes de órganos y de prótesis artificiales, desde el uso de la tecnología IA para definir condiciones de los pacientes con sus donadores, hasta la creación de órganos como sangre artificial, corazón artificial, estómago artificial que asistidos por IA pueden tener mejores resultados. Los trasplantes han salvado millones de vidas y ahora, ya no solo se hacen con órganos vitales, sino también se está incursionando en trasplantes de rostro, de cabeza, de ojos, de brazos, de manos y hasta de corazón de un cerdo a un humano. El único órgano que hasta hoy no se ha logrado transferir es el cerebro (Galicia y Herrada, 2024), aunque en China ya se comenzó a hablar del trasplante de cabeza (ver **Figura 5**).

> Por medio de un video de animación CGI, la *"startup"* de neurociencia *BrainBridge* le presentó al mundo un nuevo concepto para el desarrollo de un sistema robótico para la realización de complejas cirugías de trasplante de cabeza. Este sistema está basado en inteligencia artificial y propone un modelo de robótica avanzado, con imágenes moleculares en tiempo real. La demostración virtual es impresionante y en ella se observa cómo se trasplantaría la cabeza de un paciente a un cuerpo donante.

Figura 5. Trasplante de cabeza.



Fuente: Acosta (2024).

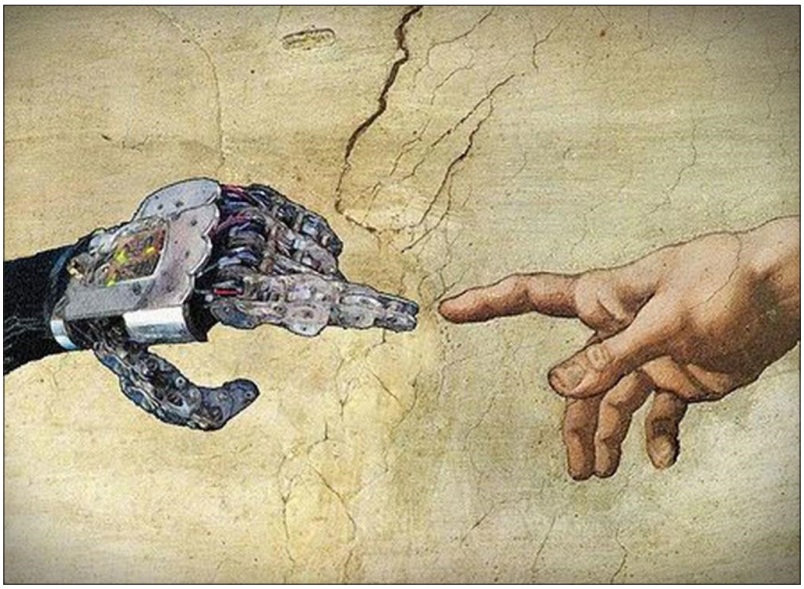
> La empresa estima que este procedimiento podría estar listo en 8 años, pero lo hizo público con el fin de atraer a los científicos para el desarrollo de este concepto que ayudaría a pacientes con enfermedades terminales y parálisis (Acosta, 2024).
>
> En España y Estados Unidos, donde ya aplican Inteligencia Artificial, se está facilitando la posibilidad de identificar y anticipar qué órganos van a fallar a futuro.
>
> Incluso lo impensable, como evitar llegar a un trasplante. *"Se puede identificar un rechazo o principios de un rechazo de trasplante de corazón sin necesidad de biopsia, simplemente por los cambios eléctricos",* dijo José Ernesto López, presidente del Consejo Médico de Asociación ALE.
>
> Mientras que el nefrólogo Felipe Hernández confía en que haya mejoras en la supervivencia del injerto, que es el principal problema que hay en el trasplante.
>
> En China, por ejemplo, ya se tiene el desarrollo embrionario de un riñón humanizado dentro de un cerdo. Esto representa un paso para lograr el cultivo de órganos humanos en otras especies. También existe el desarrollo de la impresión en 3D que podría ayudar a la fabricación de órganos artificiales en laboratorios, como el corazón o los riñones. Todo esto, sería una nueva oportunidad de vivir para millones de humanos (Galicia y Herrada, 2024).

Existe por otro lado toda una corriente de sustitución de partes del cuerpo mediante prótesis cada vez más avanzadas, que sustituyen un órgano o parte del cuerpo en mal estado de salud que pueden llegar a estados de hombre y mujer biónicos o *cyborgs* como si de una película de ciencia ficción se tratara. Con esta extensión se crean nuevos sentidos y percepciones en personas que nacieron con algún órgano atrofiado o lo perdieron en algún momento de su vida. Existe una organización denominada "*Cyborg Foundation*" que defiende la idea de que las extensiones cibernéticas deben ser vistas como partes del cuerpo y no como dispositivos que pueden ser vistos como productos para un mercado capitalista (Dicom, 2023); por el contrario, el sentido del ser humano debe prevalecer en todo momento.

El transhumanismo es un movimiento cultural o nuevo paradigma de pensamiento que integra estas concepciones de los *cyborgs*, *eyeborgs*, protésica tecno biomédica y demás tecnologías avanzadas que permiten al ser humano mantener, ampliar y mejorar sus capacidades

físicas y mentales. Julian Huxley, Fereidoun Esfandiary y sobre todo Max More en los años 80 fomentan el transhumanismo como un modelo sin límites para el ser humano, incluso la inmortalidad.

Figura 6. Transhumanismo.



Fuente: Monteverde (2021).

El movimiento transhumanista ha evolucionado y se ha diversificado, dando lugar a diferentes corrientes. More tiene su propia *"escuela"*, una variante llamada *"extropianismo"*, que promueve la 'prolongación' del ser humano. Luego llegó la Singularidad, de Ray Kurzweill, que va un paso más allá y aspira a la inmortalidad... Pero cuando se habla de trashúmanos, tienden a mezclarse cuatro conceptos.

Cyborgs

Son seres híbridos entre hombre y máquina. El concepto se desarrolló en la ciencia ficción de los años sesenta, y aunque se ha asentado en la sociedad en las últimas décadas, es ya un concepto 'antiguo'.

Los avances en genética, robótica, nanotecnología, inteligencia artificial... hacen que la integración de los humanos con la tecnología no solo dé como resultado *"Terminators"*. El director de cine canadiense Rob Spence ha hecho real la imagen del cíborg de *Terminator*. Se ha injertado una cámara de vídeo en el ojo. No, no se ha sacado el suyo. Ya tenía uno de cristal, desde que, con nueve años, sufrió un accidente con una escopeta. El cineasta, que no puede ver a través de esa cámara, pero sí grabar, ya rodó con ella *Deus Ex: human evolution*, un documental sobre prótesis tecnológicas. Ahora está probando un ojo-cámara impreso en 3D, para que sea accesible a cualquiera que quiera emular a Arnold Schwarzenegger (ver **Figura 7**).

Figura 7. *Cíborg de Terminator.*

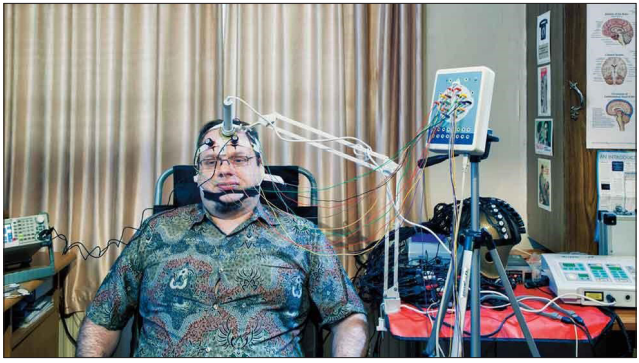
Fuente: Shutterstock (2024).

Transhumanos

El transhumanismo es el concepto que se ha impuesto en los últimos años para todos aquellos que proponen el uso de herramientas tecnológicas con el fin de modificar el organismo y mejorar sus niveles de inteli-

gencia y bienestar. Pero no implica necesariamente que quienes defienden esto se lo "apliquen" a sí mismos, insertando tecnología en su cuerpo. Por ejemplo, la realidad virtual ya se utiliza para tratar fobias y otros trastornos. La psicóloga londinense Caroline Falconer diseñó una experiencia inmersiva pionera (ver **Figura 8**) para aumentar la autoestima en personas muy autocríticas y abrió la puerta al tratamiento de la depresión. Los límites de las modificaciones corporales para hablar de transhumanismo no están claramente definidos. Pero hay dos grandes corrientes en el transhumanismo que coexisten y, con frecuencia, se enfrentan: *biohackers* y *grinders*.

Figura 8. *Experiencia inmersiva.*



Biohackers

Son *hackers* "éticos" que se dedican a hacer "biología de garaje", poniendo sus conocimientos al servicio de la colectividad. Hacen ciencia ciudadana. Son unos manitas que publican tutoriales, se adhieren a códigos de buenas prácticas (aunque son diferentes en Europa y en Estados Unidos) y hace poco le marcaron un gol a las tres grandes farmacéuticas que controlan el mercado de la insulina compartiendo un método para fabricarla que abarata su coste en un 98 por ciento, lo que puede cambiarles la vida a millones de diabéticos. El dispositivo creado por el neurocientífico ucraniano Andrew Vladimirov y al que está conectado altera su estado de ánimo mediante campos magnéticos y descargas eléctricas. Con ello, dice, logra mucha mayor concentración y mejora el rendimiento intelectual. Este in-

vestigador dejó la universidad porque no recibía financiación para sus experimentos. Decidió ser su propia cobaya. Es también un *biohacker* activo en plataformas para "mejorar" a la humanidad y uno de los fundadores del Partido Transhumanista británico.

Grinders

Son como los "machacas" del transhumanismo: los que trabajan a destajo, aunque no se reconozca su labor. Influenciados por el movimiento *punk,* van por libre. Se implantan todo tipo de dispositivos y *gadgets*... Se someten a pequeñas cirugías sin supervisión médica, sin importarle los riesgos. Su objetivo es acelerar la evolución hacia una nueva especie "posthumana" hiperlongeva y dotada de "superpoderes". Todo vale. Por ejemplo, en las competiciones deportivas del futuro se podrá participar con cualquier prótesis para ganar fuerza o velocidad, no habrá control *antidóping* y ni siquiera habrá separación por sexos. El último objetivo de su hoja de ruta es que la muerte solo sea opcional o accidental. El artista tecnológico australiano Stelarc se implantó una oreja extra en el antebrazo, como parte de su lema: «el cuerpo humano se ha quedado obsoleto». Está hecha de células de cartílago cultivadas en laboratorio. Pensaba colocársela en la cara, pero los cirujanos se lo desaconsejaron. La oreja lleva un micrófono conectado a Internet para que cualquiera pueda escuchar lo que 'oye'.

Así entonces, al combinar elementos biológicos y tecnológicos en sus diversas modalidades se podrá extender la vida y la cognición humana. La integración de dispositivos mecánicos y electrónicos en el cuerpo humano va a mejorar las capacidades físicas y mentales, permitiendo superar limitaciones naturales. Por ejemplo, implantes cerebrales podrían aumentar nuestra memoria y capacidad de procesamiento, mientras que prótesis avanzadas podrían otorgar fuerza y resistencia sobrehumanas, pero no solo se podrá extender la vida por lo visto, sino que se hará manteniendo y ampliando la calidad de esta.

Inmortalidad a de la nanotecnología

A finales de 2023 el Raymond Kurzweil director de ingeniería de Google y científico futurista mencionó que ya había nacido la persona que

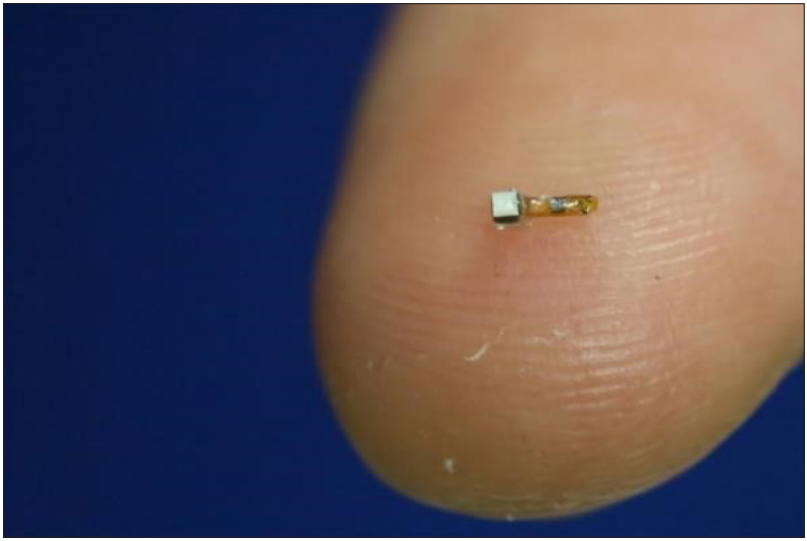
vivirá mil años, anticipando que la evolución tecnológica gracias la inteligencia artificial está cerca de alcanzar la posibilidad de atrasar el envejecimiento y con ello ganarle años a la muerte.

> Kurzweil está de acuerdo con el gerontólogo biomédico Aubrey de Grey en que es probable que la primera persona que viva 1.000 años ya haya nacido. "Si la nanotecnología de 2050 resuelve suficientes problemas de envejecimiento para que las personas de 100 años empiecen a vivir hasta los 150, tendremos hasta 2100 para resolver los nuevos problemas que puedan surgir a esa edad", afirma Kurzweil. "Con la IA desempeñando un papel clave en la investigación para entonces, el progreso durante ese tiempo será exponencial" (Newcomb, 2024).

Las ideas de Kurzweil y esta corriente de desarrollo tecnológico piensan que con la IA se podrá mantener el funcionamiento del cuerpo humano de manera más óptima, ya que integrar nanorobots a la estructura orgánica humana en sus diversos ámbitos, permitirá controlar y dar mantenimiento de una forma más directa al organismo que permita preservar mejor la vida y si retomamos lo del apartado anterior de poder sustituir órganos, parecería metafóricamente como un taller mecánico para cuerpos humanos que pueden reparar piezas o sustituirlas para garantizar el permanente buen funcionamiento.

> Kurzweil admite que todas estas proyecciones pueden sonar "absurdas" ahora mismo, pero cree que hay "razones sólidas" para corroborarlo mediante nanorobots médicos. Cree que nanorobots diamondoides con sensores a bordo, manipuladores, ordenadores, comunicadores e incluso fuentes de alimentación podrían funcionar en el torrente sanguíneo humano con el tamaño de una célula. Cada cuerpo podría necesitar varios centenares de miles de millones de nanobots para reparar y aumentar los órganos degradados.
>
> "Controlando el suministro de estas sustancias vitales, ajustando sus niveles según sea necesario y manteniendo las estructuras de los órganos, los nanobots pueden mantener el cuerpo de una persona en buen estado de salud indefinidamente", escribió. "En última instancia, los nanobots podrán sustituir por completo a los órganos biológicos, si es necesario o se desea" (Newcomb, 2024).

Figura 8. Nanobots.

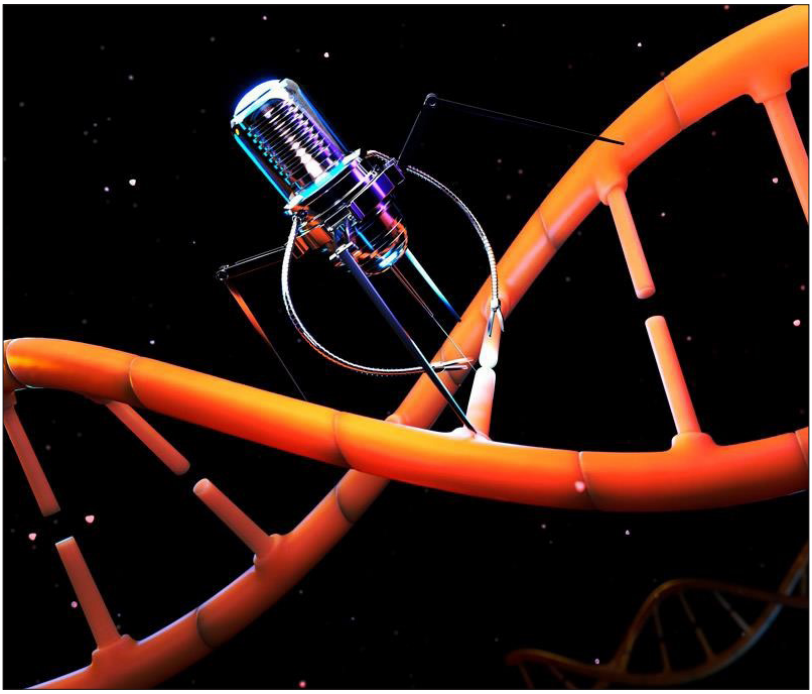


Fuente: Sánchez (2024).

Esta tecnología como se conoce hasta ahora tiene ya pruebas en ratones que permiten mostrar su eficacia por ejemplo en el tratamiento de tumores de vejiga, pero la idea de que ya es posible introducir nanorobots que reparan, alivian, sustituyen o tan sólo revisan, muestran un potencial muy relevante para el futuro de la salud y la vida de las personas.

> Para una parte de la ciencia clínica la nanotecnología es el futuro de la medicina personalizada. Por ahora, en el campo teórico o experimental, con animales, hay apuestas por materiales biohíbridos, que combinan proteínas o enzimas con sustancias sintéticas. Con ellas se fabrican cápsulas capaces de marcar células dañadas, llevar medicamentos o actuar sobre tejidos muy concretos, curarlos o repararlos. Para algunos autoproclamados visionarios, los nanobots son el camino hacia la inmortalidad. ¿Y si están en lo cierto? ¿O hay sólo el espejismo de un suculento y especulativo "nanonegocio"?

Figura 9. *Células y nanobots.*



Fuente: Sanchez (2024).

"Tal y como va la tecnología, sí que hay un avance en el campo del envejecimiento activo –asegura–. En reparar células, en reparar sistemas, pero de ahí a la inmortalidad… Bueno, yo creo que ese es un lugar más, más oscuro", cuenta Sánchez. Entre quienes se aventuran a vislumbrar un futuro no muy lejano de humanos inmortales está el ingeniero Ray Kurtzweil. Actualmente trabaja para *Google,* pero fue un pionero de los sintetizadores de música y de los lectores ópticos de caracteres para ciegos. Stevie Wonder fue su cliente por sendos motivos.

Kurtzweil sostiene que un ejército de nanobots cerebrales podrían expandir nuestro conocimiento, navegando por nuestra sesera conectados a la nube. Y otros, mientras, podrían repararnos casi célula a célula hasta hacernos inmortales. Y esto, no dentro de un siglo, sino en apenas una década. *"El problema* –dice Sánchez– *es que podemos 'llamar' nanobots a cualquier*

> *cosa; puede ser un chip robotizado o algo celular. Mirando a diez o veinte años, sí que se pueden hacer algunas hipótesis, pero no me quiero meter en cuestiones éticas",* reconoce que cosas en nanotecnología que hace una década parecían utópicas ya tienen una aplicación. *"Casi que te diría que la tecnología va avanzando tanto y en tantos campos, que en diez o veinte años casi cualquier cosa va a ser posible"* (Sánchez, 2024)

La velocidad a la que se han dado estos avances son los que permiten vaticinar el futuro inmediato de la evolución de los nanorobots, hace una década estos avances eran solo ideas utópicas de los científicos y hoy si son una realidad.

Conclusiones

La inmortalidad a través de la Digitalización de la Persona, la hibridación con los *Cybergs* y la Conservación y Renovación celular de la vida de la persona son en este momento las tres fórmulas más visibles de esta evolución tecnológica, las cuales incluso pueden combinarse para alcanzar este sueño que es prolongar la vida. Al ser posible la inmortalidad del ser humano todos los estamentos culturales conocidos hasta ahorita se tambalean, la cultura de la mortalidad ha definido por siempre la naturaleza misma del hombre y todos sus hábitos prácticamente desde que tiene consciencia, buscando permanentemente sobrevivir con una maquinaria orgánica finita y vulnerable que luchaba estratégicamente por sobrevivir filogenética y onto genéticamente, ahora al pasar a esta condición de poder perpetuar la existencia "consciente" implica una complejidad muy difícil de procesar, ya que como volvemos a repetir, nuestra cultura y por lo tanto nuestro imaginario y concepción de la realidad, se ubica ontológicamente en la autoconcepción que tenemos de seres mortales. Toda nuestra existencia está delimitada por patrones y procesos donde el carácter finito de la vida y los riesgos permanentes de la muerte nos limitan y condicionan para actuar, esto en si es una reflexión filosófica que habrá que intentar resolver, aunque la velocidad a la que avanza la tecnología de la IA es de tal magnitud, que los procesos mentales de adaptación cultural se ven rebasados y lo al parecer va a suceder, es una adaptación obligada con

respuestas emergentes improvisadas que nos ubicarán en escenarios insospechados de interacción social.

En el futuro la Inteligencia Artificial tiene en su gran capacidad de reproducción de miles de millones de billones de procesos cognitivos similares a los de la mente humana y si bien existen una gran cantidad de tendencias hacia donde observamos claramente que se puede dirigir su desarrollo como es el tema económico, político, de esparcimiento, la energía o la educación, es en este ámbito de la salud y la prolongación de la vida en donde encontramos la fórmula más ambiciosa y sorprendente, aunque sin duda existen una gran cantidad de situaciones inimaginables para la humanidad

Referencia Bibliográfica

Acosta, J. (2024, mayo). *Presentan primer sistema robótico para trasplantes de cabeza basado en IA*. https://www.portafolio.co/innovacion/presentan-primer-sistema-robotico-para-trasplante-de-cabeza-basado-en-ia-605403

Anónimo. (2005). *El poema del Gilgamesh*. Editorial Tecnos, España.

Barroso, M. A. (2018). "Frankenstein: icono entre terrorífico y tierno de la cultura pop" en *abc cultural,* enero de 2018. https://www.abc.es/cultura/cultural/abci-frankenstein-icono-entre-terrorifico-y-tierno-cultura-201801240128_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com.mx%2F

Bioy Casares, A. (2022). *La invención de Morel*. Penguin Random House, Barcelona.

Borges, J. L. (2011). "El inmortal en *Aleph*". Penguin Random House, Barcelona.

Caparros, M. (2020) *Sinfín,* Random House, España.

DeLilo, D. (2019). *Cero K*. Austral Editorial, México.

Dicom. (2023). *Humano demasiado humano: cyborgs, eyeborgs y protésica.* www.maestriadicom.org/articulos/humano-demasiado-humanocyborgs-eyeborgs-y-protesica/

Galicia, E. (2024, febrero). La inteligencia artificial genera esperanza en el trasplante de órganos. https://www.tvazteca.com/aztecanoticias/inteligencia-artificial-ia-genera-esperanza-vida-trasplantes-organos-tejidos

Gleichmann, G. (2024). *El elixir de la inmortalidad de Gabi.* Anagrama, Barcelona.

Galán, J. G. (2018). La inmortalidad en las religiones. Fronteras de la Ciencia, (3),68-79.https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544373

Gutiérrez, I. (2019). *Muerte o Inmortalidad.* https://www.crisoldeideas.com/principal/muerte-e-inmortalidad/

HyoJum, K. (2020, febrero). *El polémico caso de la madre que se reunió con su hija muerta de 7 años a través de la tecnología.* www.bbc.com/mundo/noticias-51557842

Monteverde Ferrando, R. (2021). *El transhumanismo de Julian Huxley. www.* bioeticaweb.com/el-transhumanismo-de-julian-huxley/

Mulligan, N. (2024, marzo). Ghost Bosts: ¿Qué son y cuál es su impacto en los casos de duelo? www.elfinanciero.com.mx/tech/2024/03/16/ghost-bots-que-son-y-cual-es-suimpacto-en-los-casos-de-duelo/

Newcomb, T. (2024, julio). *Un científico afirma que los humanos se acercan rápidamente a la singularidad y a la inmortalidad gracias a la tecnología de los nanorobots.* www.esquire.com/es/ciencia/a61150040/humanos-singularidadinmortalidad-raymond-kurzweil-ciencia/

Rulfo, J. (2005). *Pedro Páramo.* RM Ediciones. México.

Sánchez, S. (2024). "Boom nanotecnológico: no han puesto nanobots en tu bebida, pero ya son capaces de combatir tumores en la vejiga en *Newtral,* episodio 20 podcast "Tampoco es el fin del mundo", febrero de 2024. www.newtral.es/nanotecnologia-nanobots-bebida-combatir-tumores-vejiga/20240130/

Saramago, J. (2015) *Las intermitencias de la muerte.* Editorial de Bolsillo, México.

Shelley, M. W. (2006). *Frankenstein*. Biblioteca Virtual Universal. México.

Shutterstock. (2024). *Human evolution robot royalty-free images.*

www.shutterstock.com/image-generated/monkey-evolution-human-robot-realistic2462087759

Valdebenito, C. (2007). Definiendo homo sapiens-sapiens. Aproximación antropológic. *Acta bioethica, 13*(1). http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2007000100008

Vilas, M. (2012). *Los inmortales.* Alfaguara, España.

Wilde, O. (2015). *El retrato de Dorian Grey.* E-artnow editorial, México.

CAPÍTULO V

NODOS INTELIGENTES: CÓMO LA IA PUEDE REDEFINIR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

RAFAEL ANGELES GARCÍA[1]

La revolución digital ha desencadenado una transformación profunda en diversos sectores, y la educación superior no es la excepción. Hoy, nos encontramos en un punto de inflexión donde tecnologías poderosas como la inteligencia artificial (IA), prometen redefinir la forma en que enseñamos y aprendemos a través de su disposición al público en general con herramientas accesibles. La adopción de la IA en la educación no implica solo una mejora gradual, sino una reinvención completa del modelo pedagógico tradicional de enseñanza en el aula.

En el corazón de esta transformación se encuentra el concepto de conectivismo, una teoría del aprendizaje que prioriza la capacidad de formar y navegar redes de información donde la IA generativa vislumbra una herramienta poderosa para facilitar este tipo de aprendizaje, actuando como un nodo inteligente que conecta diversas fuentes de conocimiento y personaliza la experiencia educativa según las necesidades individuales de cada estudiante.

La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real ofrece una oportunidad sin precedentes para personalizar la educación, adaptando los contenidos y métodos de enseñanza a las preferencias y ritmos de aprendizaje de los estudiantes. Esto no solo mejora la eficacia del proceso educativo, sino que también aumenta el compromiso y la motivación de los alumnos, quienes encuentran en esta modalidad una experiencia idónea.

[1] Asesor, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

En este artículo, exploraremos cómo la IA generativa, al integrarse con el conectivismo, puede transformar radicalmente la impartición de clases en la educación superior. Analizaremos sus aplicaciones prácticas, los beneficios tangibles para estudiantes y educadores, y las implicaciones a largo plazo para el futuro de la enseñanza y el aprendizaje.

El Conectivismo y los MOOCS: una Revolución Educativa

En 2008, el lanzamiento del curso "*Connectivism and Connective Knowledge*" (CCK08) marcó un hito en la historia de la educación (Observatorio de Innovación Educativa, 2019). Este curso, accesible gratuitamente en línea, fue uno de los primeros *Massive Open Online Courses* (MOOCs) y atrajo a miles de estudiantes de todo el mundo. El evento no solo demostró el poder de la educación digital, sino que también sentó las bases para una nueva teoría del aprendizaje: el Conectivismo.

Desarrollado por George Siemens y Stephen Downes, el conectivismo se distingue de las teorías tradicionales al enfocarse en la naturaleza distribuida del conocimiento en la era digital. A medida que la información se volvió abundante y accesible a través de la tecnología, la capacidad de formar y navegar redes de información se convirtió en una habilidad esencial. Según el conectivismo, el aprendizaje no es un proceso individual y aislado, sino una actividad colectiva y conectada, donde los individuos actúan como nodos en una vasta red de conocimiento. Los *MOOCs* ejemplifican perfectamente el conectivismo. Estos cursos permiten que el aprendizaje ocurra en un entorno en red, donde los estudiantes no solo consumen contenido, sino que también interactúan y colaboran con otros participantes a nivel global. Esta interacción crea a su vez una red de aprendizaje única donde el conocimiento se construye y comparte continuamente. La aparición de los *MOOCs* y la teoría conectivista representaron un cambio de paradigma en la educación, pues los estudiantes pasaron de ser receptores pasivos a actores activos en su proceso de aprendizaje, lo que subrayó la importancia de las habilidades digitales y la alfabetización tecnológica en la educación moderna, preparando a los estudiantes para su perma-

nente interacción con la sociedad del conocimiento (Krüger, 2006) y replanteando el papel del docente en el aula en ese contexto.

16 años después de la creación del primer *MOOC*, lejos de perder vigencia, el conectivismo se presenta como el modelo idóneo para entender el uso de herramientas digitales como las redes sociales dentro del ámbito educativo. Este enfoque se alinea perfectamente con la naturaleza interconectada y colaborativa de las redes sociales, que permiten a estudiantes y profesores formar comunidades de aprendizaje dinámicas y globales. Su incorporación resulta fundamental para promover una dinámica en el aula donde alumnado y profesores construyen debates activos basados en el análisis de los nodos construidos al navegar por distintas plataformas. De esta forma una clase conectivista es un espacio de análisis y dinamismo y no un espacio estático y rígido que funciona a través de convertir a los alumnos en escuchas limitados a aceptar la información de la única fuente frente a ellos: El docente.

Uno de los principales problemas al charlar con académicos sobre el ambiente en las aulas es su preocupación por la falta de atención activa de sus alumnos. Si consideramos que 97 % de los usuarios de Internet usan el *Smartphone* como medio de conexión (INEGI, 2023), es obvio que el uso de este dispositivo formará parte de la rutina de los alumnos dentro del aula y por supuesto, dentro de clases.

El problema viene cuando señalamos al *Smartphone* y al Internet como los responsables de la pérdida de atención de los alumnos, y peor aun cuando dentro de las soluciones para combatir este problema consideramos la prohibición de dichos dispositivos y el retroceso hacia el modelo conductista más puro para recuperar la atención del alumnado. Esta perspectiva ignora una oportunidad crucial: En lugar de ver los Smartphones como distracciones, deberíamos reconocer su potencial como herramientas educativas poderosas dentro de la sociedad del conocimiento. Para captar realmente la atención de los estudiantes, debemos integrar estos dispositivos en el proceso educativo de manera efectiva y creativa. Imaginemos una clase donde los Smartphones no solo están permitidos, sino que se utilizan activamente para enriquecer la experiencia de aprendizaje. Este ejemplo pone a nuestra disposición un abanico de herramientas digitales que fomen-

tan la participación del alumnado, a la par que lo orientan a cumplir los objetivos establecidos en los planes y programas, así como en la planeación curricular. Además, fomenta en el alumno la creación de soluciones a partir de trabajos colectivos ya sea con sus compañeros de clase, o con usuarios digitales en Internet.

En resumen, una de las piezas fundamentales del rompecabezas para redefinir la educación superior es la implementación del modelo pedagógico conectivista en las clases. Más adelante vincularé esta idea con la llegada de la Inteligencia Artificial. Mientras tanto, pasemos ahora a comprender la importancia de las experiencias digitales en dicho proceso.

Cuando estamos en un Espacio Digital, ¿dónde nos encontramos?

Imagina estar en una clase virtual, participando en un foro en línea o colaborando en un proyecto a través de una plataforma digital. Surge una pregunta intrigante: cuando estamos en un espacio digital, ¿dónde nos encontramos realmente? La respuesta a esta pregunta nos lleva a explorar el concepto de "no-espacios" introducido por Byung-Chul Han (Han, 2021). Han señala que estos "no-espacios" representan entornos intangibles y digitales que han surgido debido a la saturación de información en la sociedad contemporánea. A diferencia de los espacios físicos y tangibles que solían ofrecer estabilidad y significado, los no-espacios son fragmentados y efímeros, carentes de permanencia y profundidad. En la era digital, la información y la conectividad han desplazado a las experiencias materiales, creando una realidad donde la información se acumula sin generar un contexto o narrativa duradera. Estos no-espacios son fragmentos de presente que impiden la construcción de un significado perdurable, afectando nuestra capacidad de establecer vínculos profundos tanto con las cosas como con las personas. En este entorno, la comunicación tiende a ser extensa pero superficial.

En el ámbito de la educación superior, los no-espacios se manifiestan en entornos de aprendizaje digitales que, si no se manejan adecua-

damente, pueden resultar fragmentados y transitorios. Sin embargo, cuando se integran de manera efectiva, las experiencias digitales pueden transformar estos no-espacios en ambientes de aprendizaje significativos y conectados. Los estudiantes buscan más que solo adquirir conocimiento; desean vivir experiencias educativas que sean relevantes y envolventes. Las redes sociales y otras herramientas digitales permiten crear comunidades de aprendizaje globales donde los estudiantes pueden compartir ideas, recursos y experiencias en tiempo real. Esta interacción no solo aumenta el compromiso y la motivación, sino que también prepara a los estudiantes para un mundo profesional interconectado. Para integrar el concepto de no-espacios en la educación superior, es necesario rediseñar los espacios de aprendizaje, tanto físicos como digitales, para que sean más flexibles y adaptativos. Las aulas deben evolucionar para convertirse en entornos donde la tecnología y las experiencias digitales jueguen un papel central, evitando así que se conviertan en no-espacios y transformándolas en lugares de aprendizaje significativo y conectado. Redefinir la educación superior implica integrar las experiencias digitales y combatir la existencia de no-espacios en el ámbito educativo. Esto no solo mejorará la atención y el compromiso de los estudiantes, sino que también los preparará para los desafíos de un mundo en constante evolución.

Si hasta ahora hemos observado que el camino idóneo para redefinir la educación superior se compone de un modelo pedagógico que implemente herramientas digitales y una visión de los espacios digitales que fomente la creación de experiencias integradoras, interactivas y personalizadas, ¿Qué pasaría si existiera una herramienta que pudiera hacer todo eso y ofrecer resultados en cuestión de segundos con acceso a una macro base de datos y con la capacidad de interactuar como si fuera un humano basado en tu historial de navegación? Bueno, esa herramienta existe y se llama Inteligencia Artificial generativa.

Si hace como pato… ¿Es un pato? Explicando la IA generativa

Imagina un pato. Sabemos que es un pato porque camina, nada y hace *cuac* como un pato. Este es el principio detrás de la prueba del pato: identificar algo por sus características y comportamientos observa-

bles. Ahora, apliquemos este principio a la inteligencia artificial (IA) generativa. En el ámbito de la IA, si una inteligencia artificial escribe, responde preguntas y crea contenido original como lo haría un ser humano, entonces, siguiendo el test del pato, podemos decir que ha emulado con éxito las capacidades humanas. La IA generativa utiliza modelos avanzados de aprendizaje automático, como las redes neuronales profundas, para procesar grandes volúmenes de datos y generar contenido nuevo de manera autónoma. Esta emulación es tan precisa que a menudo es difícil distinguir si el creador del contenido es un humano o una máquina. Todo esto es posible mediante el entrenamiento de redes neuronales con vastos conjuntos de datos. Estas redes aprenden patrones y estructuras en los datos y los utilizan para generar contenido coherente y original. Por ejemplo, los modelos de lenguaje como GPT-4 (OpenAI, 2024) son capaces de crear textos que imitan el estilo y el tono de la escritura humana, permitiendo aplicaciones que van desde la generación de artículos y ensayos hasta la creación de guiones y poesía.

Pensemos ahora en una clase universitaria. La IA generativa puede transformar la experiencia educativa al ofrecer programas personalizados de asesoría y acompañamiento adaptados a las necesidades individuales de cada estudiante. Puede crear materiales complementarios, como resúmenes de textos, ejercicios prácticos y simulaciones interactivas, que enriquecen el proceso de aprendizaje y lo hacen más dinámico. Esta tecnología actúa como un super nodo dentro del modelo conectivista. Conecta de manera impresionante toda la red de datos de Internet, el conocimiento del alumno, el conocimiento del profesor y cualquier base de datos adicional que se le añada para su aprendizaje. Esto facilita una integración fluida de recursos y conocimientos, promoviendo un aprendizaje más dinámico y adaptativo, por lo que puede analizar el progreso de los estudiantes, identificar áreas de mejora y ofrecer recomendaciones personalizadas, convirtiéndose en una herramienta invaluable para docentes y estudiantes por igual.

El uso de inteligencia artificial en la educación superior es una gran oportunidad para construir modelos de enseñanza centrados en el alumno, porque permite realizar un análisis personalizado de casos en riesgo de deserción, clases con poca participación en el aula

o materias con un alto índice de reprobación para crear modelos que reviertan estos indicadores negativos. Todo a través de la creación de interacciones personalizadas, orientadas y programadas por la planta docente de tal forma que la IA solo sea el nodo que conecte la experiencia de los docentes con las necesidades de los alumnos.

Conclusión

Implementando el conectivismo de Siemens, con las experiencias de Han y la aplicación práctica de la Inteligencia Artificial Generativa es que construimos una propuesta realista, innovadora y propositiva para redefinir la educación superior. Este ejercicio es el oasis que planteó Siemens cuando diseñó el conectivismo porque crea una red de nodos basado en cada caso. Es decir, el concepto de alumno no es un plural genérico sino un usuario con nombre y apellido para el cual puede ser diseñado un modelo específico de acompañamiento en tiempo récord. Con esta fórmula diseñamos una experiencia en el proceso de aprendizaje que implica interacciones digitales, resultados a corto plazo e incidencia directa en los indicadores más importantes para una institución educativa como son la reducción de la deserción escolar y la excelencia en los plazos de los alumnos para convertirse en egresados.

Además, consolidamos un ecosistema que permite la convivencia de docentes, herramientas digitales, tecnología e innovación a disposición de los estudiantes en pro de una cultura de tecnología eficiente y no como un discurso de apología a la innovación porque sí.

La inteligencia artificial llegó para quedarse. Entre más pronto normalicemos su uso en espacios como el aula, mejores serán los resultados en su implementación y mejor será nuestra adaptación frente a la revolución que esto representa.

Referencias Bibliográficas

Han, B.-C. (2021). *No-cosas: Quiebras del mundo de hoy.* Editorial Taurus.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022*. Pp 6 [Comunicado de prensa núm. 367/23]. https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/

Krüger, Karsten, (2006, 25 de octubre). *El concepto de sociedad del conocimiento*. https://www.ub.edu/geocrit/b3w-683.htm

Observatorio de Innovación Educativa. (2019). *Credenciales alternativas. Tecnológico de Monterrey*. https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2022/05/14.EduTrends-Credenciales-Alternativas-2019.pdf

OpenAI. (2024). GPT-4. *OpenAI*. https://openai.com/index/gpt-4/

CAPÍTULO VI

LA METAMORFOSIS DE LA EDUCACIÓN ANTE EL DESARROLLO DE LA IA

YADIRA ZAVALA OSORIO[1]
EURIDICE LECHUGA PÉREZ[2]
EDUARDO PÉREZ JUÁREZ[3]

Resumen

Este apartado explora el cambio del paradigma educativo tradicional hacia el aprendizaje inmersivo, impulsado por la evolución de las tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA). Se utiliza un enfoque cualitativo para analizar cómo estas tecnologías están transformando la educación universitaria y preparando al alumnado para un mercado laboral cada vez más exigente y dinámico.

El estudio subraya que los métodos cualitativos permiten captar el significado y las interpretaciones individuales sobre la realidad social estudiada (Bonilla, 1997; Castillo y Yépez, 2017). Se enfoca en las ventajas que la IA, incluyendo herramientas como *Copilot*, *ChatGPT*, *Gemini*, *Descript*, *Aitor* y *Algor*, aporta al proceso educativo, tales como la personalización del aprendizaje, el acceso a recursos educativos avanzados, y la adquisición de nuevas habilidades y competencias adaptativas.

[1] Rectora de Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

[2] Profesora de asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

[3] Alumno de Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

El artículo también discute los desafíos éticos y sociales que surgen con la implementación de la IA en la educación, incluyendo la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a la tecnología. Se destaca la necesidad urgente de reformas educativas que apoyen la integración de estas tecnologías emergentes en las aulas, asegurando que las y los egresados estén preparados para competir en un mercado globalizado y tecnológicamente avanzado.

Finalmente, se concluye que el aprendizaje inmersivo no solo representa una evolución necesaria en la educación, sino también una oportunidad para empoderar a los estudiantes a través del desarrollo de habilidades técnicas y blandas necesarias para enfrentar los desafíos del futuro laboral.

Método

Este artículo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, acorde a lo que mencionan (Bonilla, 1997) los métodos cualitativos *"permiten captar el conocimiento, el significado y las interpretaciones que comparten los individuos sobre la realidad social que se estudia"* y Castillo y Yépez (2017) quien lo define como *"una manera de entender la realidad en su esencia tal como las presentan las personas, más allá del establecimiento de medidas cuantitativas de sus características, atributos y conductas, tiene como propósitos la comprensión y la interpretación de la realidad"*. Con esta visión se busca analizar e interpretar las cualidades de un suceso o acontecimiento. Lo anterior situándose en el paradigma y tabú del rezago de la educación tradicional vs educación a través de tecnologías emergentes conocidas también como Aprendizaje Inmersivo (AI).

Cabe mencionar que se consultaron diversos artículos que se citan en este documento, y que se utilizó la Inteligencia Artificial (IA) con la finalidad de aprovechar las ventajas que esta aporta, tal como la reducción de tiempo sustancial. En específico se hizo uso de *Copilot, ChatGPT, Gemini, Descript, Aitor* y *Algor.*

Introducción

Es de conocimiento general que el ámbito educacional a nivel mundial está centrado en el alumnado y el aprendizaje, lo cual está aportando en la reconfiguración de los escenarios educativos, ganando un lugar especial la educación universitaria, debido a que la evolución de tecnologías y las exigencias del mercado elevan las requerimientos profesionales, de calidad, de pertinencia y eficiencia, por lo cual los planes de estudio tradicionales deberán de diseñar y concretar estrategias que garanticen, a través de un proceso dinámico la inserción de las y los egresados en el mundo laboral.

Ese proceso dinámico es una metamorfosis para la educación tradicional, la cual por muchos años dio resultados, sin embargo; al día de hoy las universidades deben explorar la manera en que la Inteligencia Artificial (IA) está transformando el panorama educativo e impacta en la gestión educativa, y en general en todos y cada uno de los aspectos de la educación, desde la enseñanza hasta el aprendizaje; aspectos que complementarán las competencias de las y los egresados de las escuelas de nivel superior.

Algunos puntos claves en esta metamorfosis educacional son:

1. *Transformación del Rol del Profesorado:* Quien pasa de ser el principal proveedor de información a un facilitador del aprendizaje.
2. *Personalización del Aprendizaje:* Los programas educativos deberán ajustarse a las capacidades y ritmos de aprendizaje individuales del estudiantado a través de la identificación de sus fortalezas y debilidades, ofreciendo contenido y actividades específicas para mejorar el rendimiento.
3. *Acceso a Recursos Educativos:* La IA facilita el acceso a una amplia gama de recursos educativos en línea, permitiendo a las y los estudiantes aprender a su propio ritmo y explorar temas de interés con mayor profundidad.
4. *Nuevas Habilidades y Competencias:* Ante el avance de la IA, surge la necesidad de desarrollar nuevas habilidades y competencias en el alumnado (quienes son considerados como nati-

vos digitales), como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la alfabetización digital.

5. *Desafíos Éticos y Sociales:* La implementación de la IA en la educación también plantea desafíos éticos y sociales, como la privacidad de los datos de las y los estudiantes, la equidad en el acceso a la tecnología y la posible deshumanización de la enseñanza.
6. *Futuro de la Educación:* La inteligencia artificial promete un futuro educativo más inclusivo y accesible, donde el aprendizaje se convierte en una experiencia continua y adaptable a lo largo de la vida.

Del Aprendizaje Tradicional al Aprendizaje Inmersivo: un viaje hacia la Innovación Educativa

La educación ha sido una piedra angular del progreso humano durante siglos, cimentando las bases del conocimiento y el desarrollo personal. Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza están mostrando signos de agotamiento en un mundo que avanza rápidamente hacia la digitalización y la innovación tecnológica. El aprendizaje inmersivo emerge como una respuesta prometedora a las limitaciones del modelo educativo convencional, ofreciendo una experiencia educativa más dinámica, personalizada y relevante para las y los estudiantes del siglo XXI (ver **Figura 1**).

El aprendizaje inmersivo (AI) utiliza tecnologías avanzadas como la realidad virtual (VR), la realidad aumentada (AR) y la inteligencia artificial (IA) para crear entornos de aprendizaje interactivos y personalizados. Este enfoque ofrece numerosas ventajas sobre el modelo tradicional:

1. *Personalización del Aprendizaje:* Las plataformas inmersivas pueden adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales de cada estudiante, facilitando un aprendizaje más eficaz y significativo.

Figura 1. Educación tradicional vs Educación inmersiva.

Fuente: Microsoft Copilot (2024).

2. *Interactividad y Compromiso:* Las experiencias inmersivas fomentan la participación del alumnado, aumentando su interés y retención del conocimiento. A través de simulaciones y actividades interactivas, pueden experimentar y aplicar conceptos en contextos del mundo real.
3. *Desarrollo de Habilidades Prácticas:* Las tecnologías inmersivas permiten desarrollar y practicar habilidades en un entorno seguro y controlado. Por ejemplo, los estudiantes de medicina pueden realizar procedimientos quirúrgicos en simulaciones virtuales antes de pasar a situaciones reales.
4. *Evaluaciones dinámicas:* La IA puede proporcionar evaluaciones continuas y retroalimentación en tiempo real, ayudando a las y los estudiantes a identificar áreas de mejora y progresar a su propio ritmo.

Implementación del AI y sus desafíos

La metamorfosis del aprendizaje tradicional al inmersivo no está exenta de desafíos. Implementar tecnologías avanzadas en las aulas requiere una inversión significativa en infraestructura y alineación para las y los profesores. Además, la brecha digital sigue siendo un problema, ya que no todas las personas tienen acceso equitativo a las herramientas tecnológicas.

Otro desafío importante es la resistencia al cambio. Tanto el profesorado como el alumnado pueden ser reacios a abandonar métodos familiares de enseñanza y aprendizaje. Es crucial proporcionar formación y apoyo adecuados para facilitar esta transición.

Sin embargo, las oportunidades que ofrece el aprendizaje inmersivo son extraordinarias. La capacidad de personalizar la educación, involucrar activamente a las y los alumnos y prepararlos para un futuro tecnológico, son razones convincentes para adoptar este enfoque. Las instituciones educativas, los gobiernos y las empresas deben colaborar para superar los obstáculos y aprovechar el potencial del aprendizaje inmersivo.

Las instituciones educativas deben adoptar una mentalidad abierta y colaborativa, trabajando con desarrolladores de tecnología, gobiernos y comunidades para superar las barreras y maximizar el impacto positivo del aprendizaje inmersivo.

El AI y su aporte a las Competencias Laborales de los recién egresados y egresadas

La globalización de los mercados y la evolución súbita de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el último lustro han inducido magnos cambios en el mercado laboral a nivel mundial, impactando directamente en las habilidades y conocimientos ineludibles en los perfiles de egreso de los niveles educativos superiores; actualmente para competir no basta con tener conocimientos teóricos, las y los egresados deben de ser profesionales altamente competitivos, poseer habilidades para comprender la realidad actual, desarrollar y fomentar

el pensamiento creativo para un mercado laboral en constante cambio, además deben ser hábiles en el manejo de tecnologías inmersivas, tomar decisiones a través de simulaciones de su contexto sin tener que realizar más de una prueba física, reducir o evitar gastos innecesarios a la organización, contribuir de manera efectiva, eficaz y eficiente al logro de los objetivos de la organización en donde se desempeñe.

A través del aprendizaje inmersivo, se puede constituir y reconstruir los perfiles de egreso, permitiendo con ello mejorar su empleabilidad o auto empleabilidad y, por ende, generar una mayor competitividad laboral, sin temor a desenvolverse de manera ineficaz dentro de las organizaciones, organizaciones que tienen que avanzar conforme lo marque el mercado a nivel mundial, si dentro de sus planes está el destacar y no solo el sobrevivir (ver **Figura 2**).

Figura 2. Desafíos de la educación bajo el aprendizaje inmersivo en las organizaciones.

Fuente: Microsoft Copilot (2024).

Es significativo resaltar que sin una transformación en las políticas educativas del gobierno, con conectividad y cobertura insuficiente en las escuelas del país y con docentes tradicionalistas o con resistencia al cambio se transita peligrosamente hacia el riesgo de quedarse rezagado en materia de inteligencia artificial, lo cual podría poner en riesgo la formación de capital humano y de profesionales capaces de actuar ante las nuevas tecnologías que dominan el mundo y los empleos.

Uno de los principales riesgos que se vislumbra del no adaptar el aprendizaje inmersivo en las aulas de la formación superior, son principalmente el desplazamiento laboral, y un bajo índice de contratación por la falta de habilidades tecnológicas, lo cual no solo impacta a las y los egresados de las casas de estudio, también impacta a dichas casas de estudio en su ranking. Está claro que el ser humano tiene temor a ser remplazado por IA principalmente en áreas que suelen tener actividades repetitivas, físicamente exigentes o que requieren habilidades especializadas. Sin embargo, esta no está destinada a reemplazar en aquellas áreas en donde se deba de tomar una decisión, sino a complementar, y mejorar las habilidades humanas por ello lo relevancia de integrarla a las aulas.

La integración de la IA en las aulas implica desarrollar infraestructura, recursos, nuevas habilidades y una familiarización a la adaptación de los cambios en roles y responsabilidades que ofrece y exige el mercado, es ineludible la adaptación de la sociedad sin afectar la creatividad y capacidad de innovación. Siendo así uno de los retos clave, el encontrar la manera de preparar a las nuevas generaciones, no solo para que accedan a la población activa, sino para que prosperen durante toda su vida laboral, a pesar del ritmo al que se suceden las innovaciones tecnológicas, de que los objetivos que deben alcanzar para responder a la demanda de cualificación y del conocimiento especializado que no deja de transformarse.

La formación continua debe ser una prioridad para la triada: empresas, gobiernos e instituciones de educación superior, todo ello, mientras que la tecnología continúa avanzando y cambiando los procesos y las formas de trabajar actuales, las cualificaciones específicas tendrán menos peso que las transferibles, la adaptabilidad, el pensamiento crítico y la autoconciencia.

Para obtener una ventaja competitiva en la carrera global por liderar la innovación en IA se requiere una acción gubernamental concertada: cuestiones como la reforma educativa, la creación de empleo, el fomento del emprendimiento, el desarrollo de las infraestructuras necesarias para posibilitar la innovación, la creación de entornos donde recoger datos de manera fiable y la formación de profesionales de aplicación de IA deben considerarse prioritarias, de lo contrario, todo podría jugar en contra para el futuro de las generaciones que se están formando para interactuar con un campo laboral innovador.

Conclusiones

El paso del aprendizaje tradicional al aprendizaje inmersivo marca una evolución necesaria y urgente en el campo de la educación. Mientras que los métodos tradicionales han servido bien en el pasado, las demandas del mundo moderno requieren un enfoque más dinámico y adaptativo. El aprendizaje inmersivo ofrece una solución prometedora, capaz de transformar la educación y preparar al alumnado para un futuro lleno de posibilidades. Es hora de dar el paso hacia una educación que realmente empodere a las y los estudiantes para enfrentar los desafíos del mañana, en donde les permita desarrollar sus habilidades técnicas, probar situaciones imposibles en la vida real, a bajo costo y desarrollar habilidades blandas necesarias para contribuir estratégicamente en la sociedad, con una mejor incursión al mundo laboral, forjar profesionales competitivos, con pensamiento crítico y conciencia ante el avance tecnológico.

Referencias Bibliográficas

Aitor. (2024). *Página oficial.* https://aithor.com/es-es

Anderson, J., y Rainie, L. (2018). *Artificial Intelligence and the Future of Humans. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/internet/2018/12/10/artificial-intelligence-and-the-future-of-humans/*

Camejo, R. (2024). *Globalización: Un análisis virtual desde la alta gerencia. Gerencia*. investigacionuft.net.ve

Cheng, K.-H., y Tsai, C.-C. (2019). A Case Study of Immersive Virtual Field Trips in an Elementary Classroom: Students' Learning Experience and Teacher-Student Interaction Behaviors. *Computers & Education, 140,* 103600. *https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103600*

Garza, K., Goble, C., Brooke, J., y Jay, C. (2015). Enmarcar la interfaz del sistema de datos comunitarios. En Actas de la Conferencia HCI Británica de 2015. HCI Británica 2015 (pp. 269-270). Conferencia Británica de Interacción Humano-Computadora 2015. ACM. *https://dl.acm.org/doi/10.1145/2783446.2783605*.

Helmer, B. (8 de junio 2023). *¿Miedo a la inteligencia artificial? FORBES.* https://forbes.es/empresas/293039/miedo-a-la-inteligencia-artificial/

Hernandez, R. (Junio 1, 2023) *El impacto de la inteligencia artificial: ¿revolución o riesgo? GACETA UDEG. https://www.gaceta.udg.mx/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-revolucion-o-riesgo/*

Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf*

Lamb, R. L., y Annetta, L. A. (2012). The Use of Virtual Worlds in Schools: A Review of the Literature. *Journal of Interactive Learning Research, 23*(4), 409-436. *https://www.learntechlib.org/primary/p/37586/*

Lee, KF. (2019). *La inteligencia artificial y el futuro del trabajo: una perspectiva china. En El Trabajo en la Era de los Datos, Madrid, BBVA. https://www.bbvaopenmind.com/articulos/inteligencia-artificial-y-futuro-del-trabajo-perspectiva-china/*

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson. *https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf*

Merriam, S. B., yTisdell, E. J. (2015). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation (4th ed.).* Jossey-Bass

New Media Consortium. (2016). *Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. The New Media Consortium. https://library.educause.edu/-/media/files/library/2016/2/hr2016.pdf*

OpenAI. (2024). *ChatGPT [Generative model]. https://www.openai.com/chatgpt*

Sabine, L. C. (2017). *The Evolving Role of Technology in Schools: Leading Effective Change (2nd ed.)*. International Society for Technology in Education.

Salom, T. (2021). *Inversive Learning. [Archivo PDF]. https://www.vecdis.es*

Selwyn, N. (2016). *Education and Technology: Key Issues and Debates (2nd ed.)*. Bloomsbury Publishing.

Stone, B. A. (2017). The Impact of Virtual Reality on Learning: A Study of How VR Affects Learning Outcomes in K-12 Education. *Journal of Educational Technology, 13*(2), 45-56. *https://doi.org/10.1234/jet.2017.13245*

UNESCO. (2020). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373153*

UNESCO. (2020). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373153*

Williamson, B., Eynon, R., y Potter, J. (2020). Pandemic Politics, Pedagogies and Practices: Digital Technologies and Distance Education during the Coronavirus Emergency. *Learning, Media and Technology, 45*(2), 107-114. *https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641*

Yaipén, W. M. T., Maquén, L. A. C., López, L. R. P., y Cornejo, K. C. (2023). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 25*(2), 459-476. *www.doi.org/10.36390/telos252.15*

CAPÍTULO VII

TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA: HACIA EL FUTURO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN VIRTUAL

VIRGINIA LÓPEZ NEVÁREZ[1]
GISELA COTA YUCUPICIO[2]

Introducción

La educación virtual, facilitada por las plataformas impulsadas por la IA, ha surgido como una fuerza transformadora que ha reconfigurado la forma en que se adquieren y difunden los conocimientos. A medida que este campo evoluciona, se hace imprescindible que todos los actores involucrados en el proceso educativo colaboren en la configuración de un futuro en el que la tecnología mejore y complemente las prácticas educativas tradicionales, capacitando en última instancia a los alumnos y fomentando un panorama educativo más equitativo e inclusivo, basados en el desarrollo de nuevos modelos pedagógicos que fomenten la colaboración y co-creación entre estudiantes y educadores.

La IA ofrece numerosas ventajas en las aulas virtuales, como el aprendizaje personalizado, un mayor compromiso, la retroalimentación instantánea y la eficiencia de los recursos. Sin embargo, también presenta retos relacionados con la privacidad de los datos, la equidad, la adaptación de los profesores y el riesgo de depender excesivamente de la tecnología.

[1] Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis, Sinaloa, México.
[2] Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Occidente, Los Mochis, Sinaloa, México.

Uno de los avances más significativos de la inteligencia artificial en la educación virtual es la capacidad de personalizar el aprendizaje para cada estudiante de manera adaptativa y eficiente. Mediante el uso de algoritmos de IA, se pueden analizar los datos generados por los estudiantes durante su proceso de aprendizaje en entornos virtuales y proporcionar retroalimentación y recomendaciones personalizadas en tiempo real.

Esta personalización del aprendizaje permite a los educadores diseñar experiencias educativas más relevantes y efectivas, atendiendo a las necesidades individuales de cada estudiante y promoviendo un aprendizaje más significativo. Además, la IA en la educación virtual también facilita la identificación temprana de posibles dificultades de aprendizaje, el seguimiento del progreso de los estudiantes y la adaptación de los recursos educativos de acuerdo a las preferencias y estilos de aprendizaje de cada alumno.

Ante este escenario de constante evolución, es fundamental analizar las innovaciones tecnológicas, los desafíos y las oportunidades que la IA brinda en el ámbito educativo virtual. En este contexto, se presenta este capítulo que a partir de una revisión de la literatura académica presenta un punto de partida indispensable para comprender el estado actual y las perspectivas futuras de esta fascinante intersección entre IA y educación virtual, con el propósito de identificar y analizar las tendencias, innovaciones tecnológicas, nuevos modelos pedagógicos y escenarios de la IA en la educación virtual, así como los principales desafíos y oportunidades que emergen de la integración de la IA en entornos educativos virtuales.

El Punto de Partida de la Educación Virtual con IA

Uno de los hitos más significativos que marca el inicio de la inteligencia artificial en la educación virtual fue el desarrollo de los sistemas tutoriales inteligentes en la década de 1970, que enfocan el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de una sesión de cooperación entre el tutor y el estudiante dirigido a aprender determinados conceptos (Rodríguez-Chávez, 2021). Estos sistemas pioneros, como el programa *LOGO* creado en el MIT, permitieron a los estudiantes interactuar

con computadoras para recibir retroalimentación y apoyo en su proceso de aprendizaje.

El sistema tutor inteligente más famoso y pionero fue el programa PLATO *(Programmed Logic for Automated Teaching Operations),* fue un proyecto a gran escala creado en la Universidad de Illinois e implementado en algunas escuelas y universidades de los Estados Unidos. *PLATO* fue uno de los primeros sistemas informáticos interactivos diseñados para la educación, y sentó las bases para la aplicación de la inteligencia artificial en la personalización del aprendizaje y la tutoría automatizada en entornos virtuales (Herrera, 2017).

El impacto de estos primeros sistemas tutoriales inteligentes en la educación virtual fue significativo, ya que demostraron el potencial de la IA para mejorar la enseñanza y el aprendizaje a través de la personalización, la interactividad y la adaptabilidad. Estos sistemas allanaron el camino para el desarrollo de tecnologías más avanzadas en el ámbito de la educación virtual, como sistemas de tutoría adaptativa, análisis predictivo del rendimiento estudiantil y plataformas de aprendizaje en línea que utilizan inteligencia artificial para optimizar la experiencia educativa.

Estos primeros sistemas tutoriales inteligentes marcaron un punto de inflexión en la integración de la inteligencia artificial en la educación virtual, abriendo nuevas posibilidades para el uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje en entornos digitales. En la siguiente línea de tiempo, se exploran los hitos importantes que han marcado la evolución de la IA aplicada en la educación virtual, destacando cómo esta tecnología ha impactado positivamente en la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito digital (ver **Tabla 1** y **Figura 1**).

Tabla 1. Línea de tiempo que destaca algunos hitos importantes en el uso de Inteligencia Artificial (IA) en la educación virtual.

Periodo	Elemento de referencia
Década de 1970	Surge el concepto de Sistemas de Tutoría Inteligente (STI), marcando el inicio de la aplicación de la IA en la educación para brindar retroalimentación personalizada a los estudiantes.

Periodo	Elemento de referencia
Década de 1990	Se desarrollan los primeros sistemas de Aprendizaje Adaptativo, utilizando algoritmos de IA para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante.
Principios de los años 2000	Aumenta el uso de *Chatbots* Educativos, que emplean IA para proporcionar respuestas instantáneas a consultas frecuentes de los estudiantes en entornos virtuales.
Mediados de los años 2000	Se popularizan los sistemas de Evaluación Automática basados en IA, permitiendo la calificación rápida y objetiva de exámenes y tareas en línea.
2010 en adelante	Se expande el uso de la IA en la Educación Virtual, con el surgimiento de plataformas de Recomendación de Contenidos Educativos y la integración de tecnologías como Realidad Virtual y Aumentada en entornos educativos.
Actualidad	La IA sigue transformando la educación virtual con avances en el análisis de sentimientos, la retroalimentación automatizada, la personalización del aprendizaje y la creación de experiencias de aprendizaje inmersivas.

Fuente: ChatGPT (2024).

Figura 1. Evolución de la aplicación de la IA en la Educación Virtual.

Fuente: Microsoft Copilot (2024).

El Futuro que ya llegó

El futuro que ya llegó en la educación virtual con inteligencia artificial se caracteriza por una serie de avances y tendencias que están transformando la forma en que se enseña y se aprende en entornos digitales. A continuación, se detallan algunas de las áreas clave donde la IA está impactando la educación virtual: el aprendizaje adaptativo, los asistentes virtuales, el análisis predictivo, la realidad virtual y aumentada, la evaluación automatizada, la tutoría inteligente y las habilidades que se tienen que desarrollar para la personalización de la experiencia de aprendizaje.

Aprendizaje adaptativo

La IA se seguirá utilizando para personalizar el aprendizaje de los estudiantes (Terol, 2021), adaptando el contenido y las actividades de acuerdo con las necesidades y estilos de aprendizaje individuales con base en los patrones individuales de aprendizaje, permitiendo adaptar los contenidos a las necesidades de cada alumno. Este enfoque personalizado mantiene a los estudiantes más comprometidos

DreamBox es un ejemplo de plataforma de aprendizaje adaptativo, permite ajustar los problemas de matemáticas en tiempo real en función del rendimiento del alumno. Este tipo de plataformas permiten que mediante experiencias de aprendizaje personalizadas e interactivas se puedan mejorar los resultados del aprendizaje con comentarios en tiempo real y perspectivas basadas en datos.

Los sistemas de IA pueden analizar los puntos fuertes y débiles de los alumnos para generar contenidos a medida, esto ayuda a que cada estudiante aprenda eficazmente. Un ejemplo de ello es la plataforma *Khan Academy,* la cual proporciona ejercicios de práctica personalizados basados en el rendimiento individual de cada estudiante.

Las evaluaciones pueden también adaptarse en dificultad o según el nivel de competencia del estudiante, ofreciendo en las pruebas y los cuestionarios una medida más precisa en su comprensión. La plataforma *i-Ready* es un ejemplo de lo anterior, debido a que proporciona eva-

luaciones de diagnóstico adaptativas para determinar las necesidades de los estudiantes y personalizar su itinerario de aprendizaje.

Los sistemas de aprendizaje adaptativo impulsados por la IA pueden analizar el rendimiento, las preferencias y los estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes y, a continuación, adaptar el contenido y la entrega para satisfacer sus necesidades únicas.

Además, las herramientas de evaluación basadas en la IA pueden automatizar el proceso de calificación, lo que permite a los docentes dedicar más tiempo a la instrucción personalizada y al desarrollo del plan de estudios.

Este enfoque personalizado permite a los estudiantes progresar a su propio ritmo, maximizando su compromiso y comprensión. Además, las plataformas de educación virtual impulsadas por la IA ofrecen una accesibilidad y flexibilidad sin precedentes.

Los estudiantes pueden acceder a los recursos educativos y participar en sesiones de aprendizaje interactivo desde la comodidad de sus hogares o desde cualquier lugar con conexión a Internet. Esta accesibilidad tiene el potencial de salvar la brecha entre las comunidades desatendidas y la educación de calidad, proporcionando igualdad de oportunidades a las personas independientemente de su ubicación geográfica o estatus socioeconómico.

Asistentes virtuales

El desarrollo de asistentes virtuales basados en IA puede mejorar la interacción en línea entre estudiantes y plataformas de educación virtual, proporcionando respuestas rápidas a preguntas y apoyo personalizado, esto mejora la eficiencia y la eficacia del proceso de aprendizaje ya que proporcionan información y orientación en tiempo real a los estudiantes, respondiendo con prontitud a sus preguntas e inquietudes.

Los agentes virtuales en inteligencia artificial funcionan utilizando técnicas de procesamiento del lenguaje natural (NLP) y comprensión del lenguaje natural para interactuar con los usuarios de manera similar a como lo haría un agente humano. Estos asistentes virtuales inte-

ligentes, también conocidos como *bots,* se utilizan en centros de contacto o *call centers* para responder a consultas comunes de los clientes sobre productos y servicios. Aprovechan la IA para ofrecer respuestas precisas y eficientes (ICCSI, 2024).

Los asistentes virtuales y los *chatbots* impulsados por el Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL) permite a la IA comprender y responder a las preguntas de los estudiantes en tiempo real, facilitando entornos de aprendizaje interactivos y dinámicos. Además, pueden ayudar a los estudiantes con sus consultas y tareas administrativas. Sin embargo, el impacto de la IA y la educación virtual es multifacético, con oportunidades y retos, actualmente existen preocupaciones sobre el impacto potencial en la interacción social y la de las habilidades interpersonales esenciales, el equilibrio que deben guardar los docentes entre las ventajas de la tecnología y la importancia de las interacciones cara a cara.

Análisis predictivo

La IA permitirá a las instituciones educativas analizar grandes cantidades de datos para predecir el rendimiento estudiantil, identificar áreas de mejora y diseñar intervenciones efectivas que permita a los docentes intervenir a tiempo si un estudiante presenta dificultades en su proceso de aprendizaje.

El análisis predictivo en inteligencia artificial (IA) utiliza una variedad de técnicas estadísticas y algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos históricos y hacer predicciones sobre eventos futuro (KeyTrends, 2024), tomando como base los siguientes aspectos:

1. Grandes Datos: El análisis predictivo requiere acceso a grandes cantidades de datos, comúnmente conocidos como *"big data"*. Cuantos más datos se proporcionen, mejores serán las predicciones. Por ejemplo, un modelo predictivo podría considerar miles o millones de encuestas de opinión pasadas para predecir la opinión pública o los resultados de elecciones (Cloudflare, 2024).

2. Aprendizaje Automático: El aprendizaje automático es un subconjunto de la IA. Se entrena a un programa informático para identificar patrones sin intervención humana. Por ejemplo, si se dan suficientes ejemplos del comportamiento de los usuarios en un sitio web, un modelo de aprendizaje automático podría aprender a distinguir entre tráfico automatizado de *bots* y tráfico humano en el sitio (Cloudflare, 2024).

Plataformas como *Knewton* utilizan el análisis predictivo para recomendar a los estudiantes itinerarios de aprendizaje a medida. Sin embargo, se identifican desafíos asociados a la privacidad de los datos debido a que el uso de la IA implica la recopilación y masivo de datos de los alumnos, lo que suscita preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad.

Por lo anterior, las instituciones y las plataformas deben garantizar la aplicación de medidas sólidas de protección de datos referente a la privacidad y seguridad de los datos. La recopilación y el análisis de los datos de los estudiantes se considera como información sensible, por lo tanto, se deben cumplir con normativas como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR), La Ley de Derechos Educativos y Privacidad de la Familia (FERPA), la Ley General de Protección de datos personales en posesión de sujetos obligados (LFPDPPP), entre otros.

El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) es una ley integral de protección de datos que fue promulgada por la Unión Europea (UE) y entró en vigor el 25 de mayo de 2018. Su objetivo es mejorar la protección de los datos personales de los individuos dentro de la UE y darles más control sobre cómo sus datos personales son utilizados por las organizaciones, algunos puntos clave son: ámbito de aplicación, datos personales, derechos de los interesados, derecho a la restricción del tratamiento, derecho de oposición, derechos relacionados con la toma de decisiones automatizada, consentimiento, notificación de violación de datos, Oficiales de Protección de Datos (DPO), penalizaciones, responsabilidad y documentación. Estos puntos ponen de relieve el carácter exhaustivo del GDPR y su impacto en la forma en que las organizaciones manejan los datos personales.

La Ley de Derechos Educativos y Privacidad de la Familia (FERPA) es una ley federal estadounidense promulgada en 1974 que protege la privacidad de los expedientes educativos de los estudiantes. La FERPA concede derechos específicos a los estudiantes y a sus padres con respecto a los expedientes educativos del estudiante y limita el acceso a estos expedientes por parte de terceros. La FERPA está diseñada para proteger la privacidad de los estudiantes y garantizar que los padres y los estudiantes tengan acceso y control sobre los registros educativos.

En México, a partir del 26 de enero de 2017, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Ley General de Protección de datos personales en posesión de sujetos obligados (LFPDPPP), tiene como propósito establecer las bases, principios y procedimientos para garantizar el derecho que tiene toda persona a la protección de sus datos personales, en posesión de sujetos obligados.

En el marco legal anterior, las instituciones deben conducirse con el consentimiento y trasparencia en el uso de la información, manteniendo en todo momento una comunicación clara con los alumnos y los padres sobre el uso de los datos y la obtención del consentimiento adecuado como un factor clave a fin de considerar aplicar políticas de datos transparentes y educar a las partes interesadas sobre sus derechos y protecciones. Por lo tanto, la privacidad de los datos es uno de los retos de la aplicación de la IA en la Educación Virtual.

Realidad virtual y aumentada

La combinación de IA con tecnologías inmersivas como la realidad virtual y aumentada puede ofrecer experiencias de aprendizaje más inmersivas e interactivas para los estudiantes que trascienden los límites del aula. Algunos puntos clave sobre su impacto son (Sousa y otros, 2021; Zambrano y otros, 2023).

- La Inmersión Total, porque la realidad virtual sumerge a los estudiantes en entornos tridimensionales, mejorando la retención y comprensión de la información.
- El Aprendizaje Activo, porque permite la interacción con sistemas y procesos, fomentando un enfoque activo.

- La exploración Histórica y Científica, debido a que los estudiantes pueden explorar cuerpos humanos, ciudades antiguas y más.
- Mejora de la Enseñanza al facilitar experiencias educativas envolventes.
- Permite complementar al mundo real agregando elementos digitales al entorno físico.
- Proporciona información Contextual al proporciona detalles adicionales sobre objetos y lugares reales.
- Se utiliza en aplicaciones educativas, que permite desde visitas virtuales hasta simulaciones interactivas y el modelado en 3D permitirán a los estudiantes explorar conceptos complejos de forma práctica. Por ejemplo, los estudiantes de biología podrán diseccionar organismos virtualmente, mientras que los de historia podrán vivir acontecimientos históricos de primera mano. Estas experiencias inmersivas mejoran la comprensión y la retención, haciendo que el aprendizaje sea más atractivo y agradable.

La IA permite potenciar herramientas interactivas que permiten crear experiencias inmersivas que hacen más atractivas materias como la ciencia y la historia. Un ejemplo es *Google Expeditions,* que permite a los estudiantes realizar excursiones virtuales a lugares históricos y maravillas naturales.

La gamificación permite incorporar elementos de juego a las actividades de aprendizaje para que estudiar sea más divertido y motivador. Por ejemplo, *Duolingo* utiliza la gamificación para enseñar idiomas, con puntos, niveles y recompensas. También *Quizlet*, utiliza la IA para crear tarjetas didácticas adaptables y un juego de aprendizaje.

Además, la IA permite crear materiales educativos atractivos, interactivos y envolventes, como simulaciones y experiencias de realidad virtual. *Nearpod,* por ejemplo, integra experiencias de realidad virtual en las lecciones para hacer más atractivo el aprendizaje.

Evaluación automatizada

Los sistemas de IA continuarán desarrollándose para ofrecer evaluaciones automatizadas más precisas y rápidas, lo que permitirá una retroalimentación inmediata y efectiva para los estudiantes, calificando tareas y los cuestionarios rápidamente.

La evaluación automatizada utiliza algoritmos de inteligencia artificial (IA) para calificar automáticamente las respuestas a preguntas específicas. Estas preguntas pueden ser de opción múltiple o abiertas, como ensayos o problemas matemáticos. La IA va más allá de la simple corrección automática al proporcionar una evaluación personalizada, adaptándose a las habilidades individuales de los estudiantes. En este proceso de cambio, la IA no se limita a la corrección automática; su impacto se extiende a la generación de retroalimentación instantánea y detallada (Bustamante, 2024).

Lo anterior permite que los estudiantes cuenten con una retroalimentación instantánea y, además, reduce la carga de trabajo de los profesores. Por ejemplo, *Gradescope,* es una aplicación que automatiza la calificación de trabajos escritos y pruebas.

La IA proporciona información y supervisa en tiempo real el rendimiento de los estudiantes en tiempo real, ofreciendo comentarios inmediatos e identificando las áreas en las que requieren apoyo adicional. El sistema de IA de *Coursera,* es otro ejemplo, ya que ofrece comentarios en tiempo real sobre cuestionarios y tareas.

La IA permite automatizar la evaluación y retroalimentación automatizadas, a través de herramientas que agilizan la calificación y proporcionan información instantánea sobre las tareas y los exámenes, reduciendo la carga de trabajo de los profesores y permitiendo que los estudiantes aprendan rápidamente de sus errores.

Tutoría inteligente

La IA se utilizará cada vez más para desarrollar sistemas de tutoría inteligente que puedan proporcionar orientación individualizada a los estudiantes, identificar áreas de dificultad y ofrecer recursos persona-

lizados. La tutoría inteligente permite una adaptación personalizada al ritmo y estilo de aprendizaje de cada alumno, proporcionando una retroalimentación instantánea, al mismo tiempo que monitorea y analiza los datos para mejorar el proceso de enseñanza.

Respecto a la interacción profesor-alumno, se identifica que, aunque la IA puede mejorar el aprendizaje personalizado, no puede sustituir al elemento humano de la educación. La interacción profesor-alumno, la tutoría y el apoyo emocional son cruciales para un desarrollo integral del estudiante, por lo tanto, el reto es buscar equilibrar la instrucción impulsada por la IA con un compromiso humano significativo es esencial para crear una experiencia educativa completa. Los docentes deben aprovechar la IA como una herramienta para aumentar su enseñanza, y no como un sustituto de la conexión humana.

En conclusión, las tendencias futuras de la inteligencia artificial en la educación virtual apuntan hacia un horizonte prometedor y transformador. Con el avance continuo de las innovaciones tecnológicas impulsadas por la IA, se espera una mayor personalización del aprendizaje, una tutoría virtual más efectiva, una evaluación automatizada y una colaboración enriquecida entre educadores y estudiantes en entornos virtuales. Estas tendencias ofrecen la oportunidad de mejorar la calidad educativa, aumentar la accesibilidad y equidad en la educación, y fomentar un aprendizaje más interactivo y significativo para todos los involucrados.

Explorando las Innovaciones Tecnológicas en la Educación Virtual

Las innovaciones tecnológicas aplicadas a la educación virtual mediante el uso de la inteligencia artificial están revolucionando la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo experiencias educativas más personalizadas, interactivas y efectivas. Estas tendencias actuales en el área de la IA están impulsando un cambio significativo en la educación virtual, mejorando la calidad y accesibilidad de la enseñanza en entornos digitales (ver **Figura 2**).

Figura 2. Innovaciones con Inteligencia Artificial aplicadas en la Educación Virtual.

Fuente: Microsoft Copilot (2024).

Existen diversas innovaciones tecnológicas en inteligencia artificial que tienen el potencial de impactar significativamente en la educación virtual como el aprendizaje automático, el procesamiento de lenguaje natural, visión por computadora, sistemas de recomendación y modelado de conocimiento entre otras. A continuación, se describen de manera suscita cada una de ellas.

Aprendizaje Automático (AA): El aprendizaje automático (AA), también conocido como Machine Learning (ML) en inglés, es un subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial (IA). Su objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan sin instrucciones directas. En términos más sencillos, el aprendizaje automático se refiere a algoritmos estadísticos que pueden aprender a realizar tareas sin que se les indiquen explí-

citamente cómo hacerlo (Mayorga, 2019). En el caso de la Educación Virtual, se aplican algoritmos de aprendizaje automático que permiten personalizar la experiencia de aprendizaje, adaptando el contenido y las actividades según las preferencias y habilidades de cada estudiante.

Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP): IBM (2024) considera al NLP como una rama de la inteligencia artificial que combina la lingüística computacional con modelos estadísticos y de aprendizaje automático, permite que las computadoras y dispositivos digitales reconozcan, comprendan y generen texto y voz. Es decir, se enfoca en la comprensión mediante ordenador del lenguaje humano, abarcando áreas como la ciencia de datos, el aprendizaje automático y la lingüística (Bagnato, 2019). Específicamente en la educación virtual, las tecnologías de NLP permiten a los sistemas de IA comprender y generar lenguaje humano, facilitando la interacción con los estudiantes a través de *chatbots* educativos y sistemas de tutoría inteligente. Un ejemplo de lo anterior es *Read&Write* de *Texthelp*, porque ofrece herramientas de lectura, escritura y estudio para apoyar a los estudiantes con dislexia y otras dificultades de aprendizaje.

Visión por Computadora: Es un campo interdisciplinario que se ocupa de cómo las computadoras pueden obtener una comprensión de alto nivel a partir de imágenes o videos digitales (Sánchez, 2022). En el contexto de la educación virtual, la visión por computadora tiene aplicaciones prometedoras: seguimiento de la participación y atención de los estudiantes durante las clases virtuales. Mediante el análisis de expresiones fáciles puede evaluar el estado emocional de los estudiantes y adaptar la enseñanza en consecuencia. La visión por computadora puede mejorar la calidad de las clases virtuales a través de herramientas automatizadas para evaluar y personalizar la experiencia de aprendizaje (Sánchez, 2022), facilitando la creación de entornos de aprendizaje virtuales inmersivos, donde los estudiantes pueden interactuar con objetos tridimensionales y realizar experimentos simulados.

Sistemas de Recomendación: Desempeñan un papel fundamental al mejorar las experiencias de aprendizaje en el entorno virtual. Estas herramientas utilizan algoritmos de inteligencia artificial para analizar datos de los estudiantes, como sus preferencias, historial de cursos y

comportamiento de navegación, y así recomendar cursos relevantes y personalizados. Pueden sugerir recursos educativos personalizados a los estudiantes, de acuerdo con sus intereses, nivel de conocimiento y estilo de aprendizaje, favoreciendo así un aprendizaje más efectivo y autónomo. Además, aparte del descubrimiento del estilo de aprendizaje del estudiante, es importante conocer su nivel de conocimiento y velocidad de aprendizaje, así como las herramientas que utiliza para llevar a cabo sus estudios (Otero y otros, 2020).

Modelado de Conocimiento: El modelado en inteligencia artificial es una herramienta poderosa que permite a las máquinas aprender de datos y tomar decisiones basadas en ese conocimiento (ICCSI, 2024). En el contexto de la educación virtual, esto implica crear representaciones estructuradas del conocimiento, como grafos o redes semánticas, para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Los Sistemas de Tutoría Inteligente utilizan el modelado para proporcionar retroalimentación personalizada y sugerencias basadas en el conocimiento modelado, y en relación con las herramientas de automatizadas utilizan modelos para evaluar automáticamente tareas y exámenes (Bustamante, 2024). Así mismo, el modelado de conocimiento en la educación virtual con IA busca optimizar la calidad educativa y personalizar el aprendizaje mediante el análisis de datos y el *machine learning* (Gómez, 2024).

Las innovaciones tecnológicas impulsadas por la inteligencia artificial (IA) han tenido un impacto tanto positivo como negativo en la educación virtual. En el lado positivo, estas tecnologías han revolucionado la forma en que se enseña y se aprende, permitiendo la personalización del aprendizaje, la tutoría automatizada, y la creación de experiencias educativas más interactivas y adaptativas. La IA ha facilitado el acceso a la educación de calidad para personas de todo el mundo, permitiendo una mayor flexibilidad y personalización en el proceso de aprendizaje. Además, las herramientas basadas en IA mejoran la eficiencia de los educadores al proporcionar análisis de datos detallados y retroalimentación instantánea, lo que les permite adaptar sus estrategias pedagógicas de manera más efectiva.

Por otro lado, el uso creciente de la IA en la educación virtual también plantea desafíos y riesgos significativos. Entre las preocupaciones se incluyen posibles sesgos algorítmicos, privacidad de los datos, in-

terpretaciones erróneas del lenguaje, distorsiones en la interpretación de imágenes, y el riesgo de crear burbujas de filtro en la recomendación de contenido educativo. Existe la necesidad de abordar estas cuestiones para garantizar que las innovaciones tecnológicas de la IA en la educación virtual sean utilizadas de manera ética, equitativa y responsable, maximizando sus beneficios positivos mientras se mitigan los posibles efectos negativos en los estudiantes y en el proceso educativo en general.

Tabla 2. Riesgos y Desafíos de las Innovaciones Tecnológicas de la IA en la Educación Virtual.

Innovación Tecnológica	Riesgos y Desafíos
Aprendizaje Automático	*Sesgo algorítmico:* Los algoritmos pueden reflejar y amplificar sesgos existentes en los datos.
	Privacidad de los datos: Recopilación y uso indebido de datos personales de los estudiantes.
Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)	*Interpretación errónea:* Comprender incorrectamente el lenguaje puede llevar a malentendidos.
	Problemas de traducción: Errores en la traducción de idiomas pueden distorsionar el contenido.
Visión por Computadora	*Falsa interpretación:* Posibilidad de interpretaciones incorrectas de imágenes o videos.
	Privacidad visual: Preocupaciones sobre la identificación y uso indebido de imágenes personales.
Sistemas de Recomendación	*Filtración de burbujas:* Limitar la exposición a nuevas ideas al recomendar contenido similar.
	Exclusión de diversidad: Riesgo de no presentar una gama amplia de perspectivas a los estudiantes.
Modelado de Conocimiento	*Simplificación excesiva:* Reducción de la complejidad del conocimiento que puede distorsionarlo.
	Falta de contexto: Problemas al representar la información de manera aislada de su contexto relevante.

Fuente: ChatGPT (2024).

Paradigmas Educativos Virtuales Emergentes con IA

Los Paradigmas Educativos Virtuales Emergentes con inteligencia artificial representan una revolución en la forma en que se concibe y se implementa la educación en entornos digitales. Estos nuevos enfoques pedagógicos aprovechan la IA para personalizar el aprendizaje, adaptar las estrategias de enseñanza y facilitar la interacción entre estudiantes y profesores de manera más efectiva y dinámica. La IA permite la creación de entornos educativos adaptativos, donde los estudiantes son guiados de manera individualizada, reciben retroalimentación personalizada y tienen acceso a recursos educativos contextualizados, lo que mejora la eficacia y la relevancia de la enseñanza.

Además, los Paradigmas Educativos Virtuales Emergentes con IA promueven la colaboración y el aprendizaje activo, fomentando la participación y el compromiso de los estudiantes a través de experiencias interactivas y personalizadas. La IA facilita la creación de entornos de aprendizaje inclusivos y accesibles, donde se prioriza la diversidad de estilos de aprendizaje y se ofrece soporte individualizado a cada estudiante. Estos nuevos modelos pedagógicos también enfatizan la importancia de la evaluación continua y la retroalimentación efectiva, utilizando la IA para analizar el progreso de los estudiantes y adaptar las estrategias educativas en función de sus necesidades y desempeño.

Una de las ventajas de la aplicación de la IA en los modelos pedagógicos es la personalización del aprendizaje, las evaluaciones automatizadas, el análisis de datos, el uso de asistentes virtuales inteligentes que permiten la creación de experiencias de aprendizaje significativas que trasforman la educación tanto presencial como virtual (Bustamante, 2024).

Por otra parte, la integración de la Inteligencia Generativa en enfoques pedagógicos constructivistas puede enriquecer aún más la experiencia educativa (Barres, 2023) mediante la integración de herramientas de IA generativa que permiten que el docente innove en su práctica didáctica a través de impulsar la creatividad y la autonomía. Esta tecnología se basa en algoritmos generativos que pueden crear contenido de manera autónoma, como textos, imágenes o incluso simulaciones interactivas. En el contexto educativo, la Inteligencia Ge-

nerativa puede utilizarse para desarrollar materiales educativos personalizados, generar escenarios de aprendizaje únicos y adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante (García-Peñalvo, 2024).

La Inteligencia Generativa también fomenta la experimentación y la exploración en la educación virtual, permitiendo a educadores y estudiantes crear y modificar contenido de manera dinámica y colaborativa. Al proporcionar herramientas para la generación automática de recursos educativos creativos, la IA generativa enfoques pedagógicos virtuales puede mejorar la participación de los estudiantes, promover la resolución de problemas de manera innovadora y estimular la creatividad en el proceso de aprendizaje.

Un riesgo importante de la IA generativa en la educación virtual es la posible propagación de información errónea o sesgada. Dado que estos sistemas tienen la capacidad de crear contenido automáticamente, existe la posibilidad de que generen material educativo inexacto, desactualizado o incluso discriminatorio. Además, la falta de supervisión humana adecuada podría resultar en la creación de contenido inapropiado para ciertos grupos de estudiantes o que promueva puntos de vista parciales (Chávez-Solís y otros, 2023). Es fundamental establecer mecanismos de control de calidad y éticos para asegurar que el contenido generado por la IA en la educación virtual sea preciso, relevante y éticamente responsable.

El desarrollo de modelos pedagógicos ha puesto en el escenario educativo virtual, los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI), que son herramientas educativas que utilizan la inteligencia artificial para brindar instrucción personalizada, retroalimentación adaptativa y apoyo individualizado a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje en entornos virtuales. Estos sistemas se basan en algoritmos avanzados que analizan el desempeño y comportamiento de los estudiantes, identifican áreas de dificultad y ofrecen recomendaciones específicas para mejorar su aprendizaje. Los STI han revolucionado la educación al permitir una tutoría continua y personalizada, adaptada a las necesidades únicas de cada estudiante (Rodríguez y otros, 2019).

Los modelos pedagógicos que aplican los Sistemas de Tutoría Inteligente utilizan la IA para proporcionar retroalimentación instantánea,

guiar a los estudiantes a través de actividades educativas y ofrecer recomendaciones personalizadas para fortalecer las áreas de debilidad (ver **Figura 3**).

Figura 3. Sistemas de Tutoría Inteligente en la Educación Virtual.

Fuente: Microsoft Copilot (2024).

La gamificación en la educación virtual es otro de los modelos emergentes de la aplicación de la IA en la educación virtual, la cual se fundamenta en teorías y principios de la psicología del aprendizaje, la motivación intrínseca y el diseño de juegos. La gamificación busca incorporar elementos propios de los juegos, como la competencia, la colaboración, la retroalimentación inmediata y la narrativa, en contextos de aprendizaje para aumentar la participación, la motivación y el compromiso de los estudiantes (Olguín-Guzmán, 2023).

La gamificación se aplica en la educación virtual mediante la integración de elementos y mecánicas de juego en entornos de aprendi-

zaje en línea con el objetivo de motivar, involucrar y mejorar la experiencia educativa de los estudiantes. Algunas estrategias comunes para aplicar la gamificación en la educación virtual incluyen (López-Verdugo y otros, 2023):

- Sistemas de Puntuación y Recompensas: Establecer sistemas de puntos, medallas o distintivos por logros alcanzados, tareas completadas o participación. Las recompensas virtuales pueden motivar a los estudiantes a esforzarse y avanzar en su aprendizaje.
- Desafíos y Metas: Plantear desafíos, misiones o metas claras y alcanzables que estimulen a los estudiantes a superarse a sí mismos y a seguir avanzando en su aprendizaje. Establecer objetivos claros y visibles puede aumentar la motivación intrínseca.
- Niveles y Avances: Dividir el contenido educativo en niveles o etapas que los estudiantes deben superar progresivamente. A medida que completan tareas o adquieren conocimientos, los estudiantes avanzan de nivel, lo que les brinda un sentido de logro y progresión.
- Competencia y Colaboración: Fomentar la competencia sana entre estudiantes a través de tablas de clasificación, rankings o desafíos. Asimismo, promover la colaboración mediante actividades en equipo, proyectos colectivos o juegos colaborativos.
- Retroalimentación Inmediata: Proporcionar retroalimentación constante y significativa sobre el desempeño de los estudiantes para que puedan corregir errores, mejorar sus habilidades y seguir progresando en su aprendizaje.

Al incorporar estos elementos de gamificación en la educación virtual, los educadores pueden crear experiencias de aprendizaje más interactivas, motivadoras y efectivas que mantengan a los estudiantes comprometidos y estimulados a lo largo de su proceso educativo.

En la educación virtual, los Sistemas de Recomendación Educativa (SRE) basados en inteligencia artificial se aplican en diversos modelos educativos para mejorar la personalización del aprendizaje y la expe-

riencia educativa de los estudiantes (Marin-Guamán y Marín-Guerrero, 2023).

Algunos de los modelos de educación virtual que se benefician de estos sistemas incluyen:

- Aprendizaje Adaptativo: En el aprendizaje adaptativo, los SRE con IA se utilizan para ajustar el contenido y las actividades de aprendizaje en función de las necesidades y habilidades individuales de cada estudiante. Estos sistemas recomiendan recursos educativos personalizados, adaptando el ritmo y la dificultad del aprendizaje para optimizar la comprensión y retención del conocimiento.
- Microaprendizaje: En el modelo de microaprendizaje, los SRE se utilizan para ofrecer recomendaciones breves y específicas de contenido educativo relevante. Estas recomendaciones pueden estar basadas en las preferencias de aprendizaje del estudiante, sus áreas de interés o su progreso en el curso, permitiendo una experiencia de aprendizaje más efectiva y eficiente.
- Aprendizaje Colaborativo en Línea: En entornos de aprendizaje colaborativo en línea, los SRE con IA pueden facilitar la interacción y la colaboración entre estudiantes al recomendar compañeros de estudio, grupos de trabajo o actividades de aprendizaje en equipo. Estas recomendaciones promueven la participación de los estudiantes, fomentan el intercambio de conocimientos y enriquecen la experiencia educativa en línea.
- Capacitación Corporativa: En el ámbito de la capacitación corporativa basada en la educación virtual, los SRE pueden personalizar el desarrollo profesional de los empleados al sugerir cursos, recursos y actividades de formación adaptadas a sus necesidades y objetivos profesionales. Estas recomendaciones contribuyen a mejorar el rendimiento laboral y el crecimiento profesional dentro de las organizaciones.

Se puede observar cómo IA en la educación virtual mejora la enseñanza y el aprendizaje al personalizar la experiencia, automatizar tareas y realizar análisis de información para la adaptabilidad del con-

tenido y el ritmo de aprendizaje según las necesidades y estilos de cada estudiante (ISTE, 2024).

Estos paradigmas emergentes que integran la IA en la educación virtual muestran como el escenario educativo se ha transformado generando un cambio significativo en la forma en que enseñamos y aprendemos. La personalización del aprendizaje se ha convertido en una realidad, permitiendo a los educadores adaptar los materiales y estrategias educativas para satisfacer las necesidades individuales de cada estudiante. Los sistemas de tutoría inteligente ofrecen retroalimentación instantánea y sugerencias específicas para mejorar el progreso de cada alumno, allanando el camino hacia un aprendizaje más eficaz y enriquecedor.

A su vez, en el ámbito del aprendizaje, la IA ha introducido nuevas posibilidades y recursos. Los estudiantes ahora pueden beneficiarse de un aprendizaje personalizado, donde el material educativo se adapta a su nivel de conocimientos y habilidades, facilitando una comprensión más profunda de los conceptos. La retroalimentación inmediata brindada por sistemas basados en IA les permite corregir errores rápidamente y mejorar en áreas específicas, fomentando un enfoque proactivo hacia su propio desarrollo educativo.

La presencia de asistentes virtuales y *chatbots* educativos en entornos de aprendizaje ha redefinido la relación entre los estudiantes y la tecnología, ofreciendo un soporte continuo fuera del aula. Estos asistentes digitales responden preguntas comunes, proporcionan recursos adicionales y guían a los estudiantes a lo largo de su proceso educativo, creando un ambiente de aprendizaje más interactivo y enriquecedor. En resumen, la Inteligencia Artificial ha revolucionado la educación, abriendo nuevas puertas hacia un aprendizaje más personalizado, eficiente y significativo para todos los involucrados.

Escenarios Contrapuestos de la IA en la Educación Virtual

En un contexto de rápidos avances tecnológicos, la integración de la IA en la educación virtual plantea una dualidad de escenarios: optimista y pesimista. Estos escenarios contrapuestos reflejan la compleja inte-

racción entre la innovación tecnológica y los desafíos éticos y sociales en el ámbito educativo. La exploración de estos panoramas divergentes invita a reflexionar sobre las oportunidades transformadoras que ofrece la IA en la educación, así como las posibles implicaciones negativas relacionadas con la deshumanización, la privacidad de los datos y la igualdad de acceso. Para comprender las múltiples facetas de esta convergencia tecnológica y pedagógica, se hace un análisis de los escenarios optimista y pesimista de la IA en la educación virtual (García-Villarroel, 2021).

En el escenario optimista de la aplicación de la IA en la educación virtual, se vislumbra un panorama transformador y enriquecedor. La personalización del aprendizaje a través de la IA permite adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, promoviendo un aprendizaje más efectivo y significativo. Los sistemas de tutoría inteligente pueden identificar áreas de mejora, ofrecer retroalimentación personalizada y ajustar el ritmo de aprendizaje de acuerdo con el progreso de cada alumno.

La convergencia de la IA con la educación virtual en el escenario optimista fomenta la accesibilidad y la inclusividad en la educación. La tecnología puede superar barreras geográficas y socioeconómicas, facilitando el acceso a una educación de calidad para estudiantes de diversos entornos. La colaboración entre humanos y sistemas de IA crea un entorno educativo enriquecedor, donde la tecnología complementa y potencia la labor de los educadores, promoviendo la innovación y la excelencia educativa.

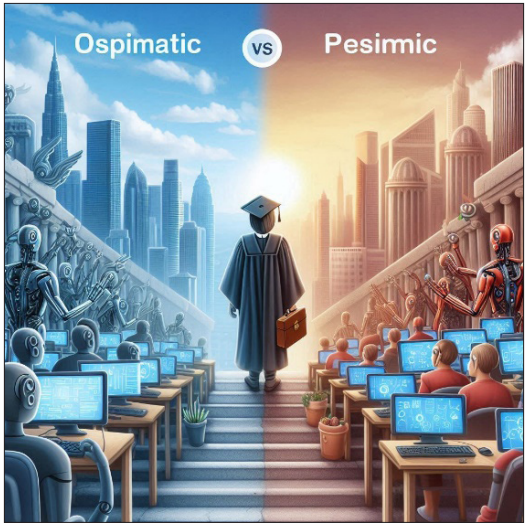
En el escenario pesimista de la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación virtual, se plantean preocupaciones sobre la sobredependencia de la tecnología en detrimento de la interacción humana. Existe el temor de que la IA pueda despersonalizar la experiencia educativa, alejando a los estudiantes de la empatía y la conexión con sus pares y docentes. La automatización excesiva de la enseñanza podría llevar a la estandarización de la educación, eliminando la diversidad de enfoques pedagógicos y limitando la creatividad en el proceso de aprendizaje.

Además, en este escenario pesimista, se plantean cuestionamientos éticos sobre la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes.

La recopilación y análisis masivo de información personal por parte de los sistemas de IA en entornos educativos podría exponer a los estudiantes a riesgos de violación de la privacidad y manipulación de datos. Existe la preocupación de que la infalibilidad percibida de los algoritmos pueda conducir a decisiones educativas sesgadas o discriminatorias.

Los escenarios contrapuestos de la IA en la educación virtual resaltan la necesidad de abordar de manera equilibrada los desafíos y oportunidades que presenta la integración de la IA en el ámbito educativo. Es imprescindible promover un enfoque ético, humano y reflexivo al utilizar la IA para potenciar el aprendizaje, maximizando los beneficios positivos y mitigando los posibles riesgos y aspectos negativos. Al hacerlo de manera equilibrada y reflexiva, se puede avanzar hacia un futuro educativo más inclusivo, personalizado y eficaz, donde la tecnología complementa y enriquece la experiencia de enseñanza y aprendizaje (ver **Figura 4**).

Figura 4. Escenarios optimista y pesimista de la IA aplicada en la Educación Virtual.



Fuente: Microsoft Copilot (2024).

Conclusiones

En la confluencia entre el futuro y la Inteligencia Artificial (IA) en la educación virtual, se vislumbra un panorama complejo y lleno de potencialidades. Si bien la IA ofrece oportunidades transformadoras que pueden revolucionar la forma en que se enseña y se aprende, es fundamental abordar de manera crítica y reflexiva los desafíos éticos, sociales y pedagógicos que esta integración conlleva.

El potencial de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación virtual es vasto y su impacto continuará extendiéndose a medida que la tecnología evolucione. Al proyectar hacia el futuro, es posible vislumbrar un panorama donde la IA y la educación virtual se fusionan de forma más profunda y significativa, transformando la forma en que aprendemos y enseñamos. Algunas posibles direcciones hacia las cuales podrían avanzar la IA y la educación virtual son:

- Mayor personalización: La IA permitirá una personalización del aprendizaje aún más detallada y adaptativa, brindando experiencias educativas altamente individualizadas que se ajustan a las necesidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante.
- Integración con realidad extendida: La combinación de la IA con tecnologías de realidad aumentada y virtual podría crear entornos de aprendizaje totalmente inmersivos y altamente interactivos, proporcionando experiencias educativas más envolventes y efectivas.
- Asistentes virtuales avanzados: Los asistentes virtuales basados en IA podrían convertirse en compañeros de aprendizaje inteligentes, capaces de ofrecer apoyo personalizado, tutoría y retroalimentación instantánea a los estudiantes en tiempo real.
- Análisis predictivo y aprovechamiento de datos: La IA facilitará análisis avanzados y predictivos de datos educativos, lo que permitirá a educadores y tomadores de decisiones anticipar las necesidades de los estudiantes, optimizar estrategias de enseñanza y mejorar la eficacia de los programas educativos.

- Colaboración Inteligente entre humanos y máquinas: La colaboración entre humanos y sistemas de IA se intensificará, creando un ecosistema educativo donde la tecnología complementa y potencia el trabajo de los educadores, impulsando la creatividad, la innovación y la excelencia educativa.

Es esencial mantener un equilibrio entre la innovación tecnológica y la preservación de la dimensión humana en la educación. La deshumanización, la desigualdad en el acceso, la privacidad de los datos y la pérdida de diversidad en los enfoques pedagógicos son preocupaciones válidas que requieren atención y medidas preventivas.

La colaboración entre la tecnología de IA y los profesionales de la educación es crucial para garantizar que los sistemas inteligentes se utilicen de manera efectiva y ética en los entornos educativos. La formación adecuada de los educadores, la adopción de marcos regulatorios claros y una reflexión continua sobre la ética y la equidad en el uso de la IA son elementos esenciales para construir un futuro educativo virtual próspero, inclusivo y centrado en el aprendizaje significativo.

Referencias Bibliográficas

Bagnato, J.I. (2019, diciembre). *Aprende Machine Learning. Blog*. https://www.aprendemachinelearning.com/procesamiento-del-lenguaje-natural-nlp/

Barres, E. (2023, agosto). *Blog de Koanly. El poder de la Inteligencia Artificial Generativa en el Modelo Constructivista en la Educación*. https://www.koanly.com/ai/post/el-poder-de-la-inteligencia-artificial-generativa-en-el-modelo-constructivista-en-la-educacion

Bustamante, P. (2024, abril). *Estrategias de Enseñanza Digital con IA Avanzadas. IA en la Educación*. https://aulasimple.ai/blog/estrategias-de-ensenanza-digital-con-ia-avanzadas/

Bustamante, P. (2024, junio). *Inteligencia artificial en el aula virtual: guía completa. IA en la Educación*. https://aulasimple.ai/blog/inteligencia-artificial-en-el-aula-virtual-guia-completa/

Calderón Zambrano, R. L., Yánez Romero, M. E., Dávila Dávila, K. E., y Beltrán Balarezo, C. E. (2023). Virtual and Augmented Reality in Hig-

her Education: Immersive Experiences for Deep Learning. *Religación, 8*(37), e2301088. https://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1088

Chávez Solís, M. E., Labrada Martínez, E., Carbajal Degante, E., Pineda Godoy, E., y Alatristre Martínez, Y. (2023). Inteligencia artificial generativa para fortalecer la educación superior: Generative artificial intelligence to boost higher education. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, *4*(3), 767–784. https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1113

Cloudflare (2024, julio). *¿Qué es la IA predictiva?* https://www.cloudflare.com/es-es/learning/ai/what-is-predictive-ai/

CONNECTED PAPERS. (2024). *Página oficial.* https://www.connectedpapers.com/

FERPA. (2021, agosto). *Family Educational Rights and Privacy Act. U.S. Department of Education*. https://www2.ed.gov/policy/gen/guid/fpco/ferpa/index.html

García Villarroel, J. J. (2021). IMPLICANCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS AULAS VIRTUALES PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR. *Orbis Tertius - UPAL*, *5*(10), 31–52. https://doi.org/10.59748/ot.v5i10.98

García-Peñalvo, F.J. (2024). Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas. *Education in the Knowledge Society (EKS),* 25, e31942. https://doi.org/10.14201/eks.31942

Gómez, A. P. (2024, mayo). *Influencia de las tecnologías de IA en la educación virtual y la pedagogía: ¿aliada o enemiga? EDUNEXT*. https://www.edunext.co/es/articles/influencia-de-las-tecnologias-de-ia-en-la-educacion-virtual-y-la-pedagogia-aliada-o-enemiga/

Herrera Mosquera, L. (2017). Impact of Implementing a Virtual Learning Environment (VLE) in the EFL Classroom. *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, *22*(3), 479-498. https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v22n03a07.

HIX AI. (2024). *Página oficial.* https://hix.ai/

IBM. (2024, julio) *¿Qué es el procesamiento de lenguaje natural? IBM*. https://www.ibm.com/mx-es/topics/natural-language-processing

ICCSI. (2024, julio). *Inteligencia Artificial y sus Aplicaciones. Modelado en Inteligencia Artificial: aprendizaje de modelización*. https://iccsi.com.ar/

Keytrend. (2024, julio). *Análisis predictivo en inteligencia artificial.* https://keytrends.ai/es/academy/glosario/inteligencia-artificial/analisis-predictivo

LGPDPPSO. (2017, enero). *Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Diario Oficial de la Federación.* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685004/Ley_General_Protecci_n_Datos_Personales_Sujetos_Obligados.pdf

López-Verdugo, I., Ridao, P., y Reina-Flores, C. (2023). La gamificación en Educación Superior: una comparativa entre escenarios de aprendizaje presencial y virtual. *Magister*, *35*(1), 7–16. https://doi.org/10.17811/msg.35.1.2023.7-16

Marin Guamán M.A., Marín Guerrero P. del C. (2023, diciembre). *Revolución educativa: el impacto y futuro de la Inteligencia Artificial.* https://killkana.ucacue.edu.ec/index.php/killkana_tecnico/article/view/1471.

Mayorga, L. (2019, julio). *¿Qué es el aprendizaje automático y cómo funciona? en Global Revista UNAM.* https://unamglobal.unam.mx/global_revista/que-es-el-aprendizaje-automatico-y-como-funciona/

Microsoft Copilot. (2024). *Copilot Bing.* https://copilot.microsoft.com/

Olguín-Guzmán, P. V. (2023). Gamificación en la educación presencial y virtual. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1*, *6*(11), 8-11. https://doi.org/10.29057/prepa1.v6i11.10927.

OpenAI. (2024). *ChatGPT [Modelo de lenguaje de gran tamaño].* https://chat.openai.com/chat

Otero Cano, P. A. y Pedraza Alarcón, E. C. (2020). *Sistemas de recomendación en educación: una reseña de los mecanismos de recomendación en entornos de aprendizaje virtual (E-learning).* http://hdl.handle.net/11407/6555.

RECLA. (2024). *Integración de la Inteligencia Artificial en la educación: Avances y desafíos. Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa.* https://recla.org/blog/ia-en-educacion/

RGDP. (2022). Reglamento general de protección de datos. EUR-LEX, Enero 2022. https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/general-data-protection-regulation-gdpr.html

Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *11*(22), e015. Epub 21 de mayo de 2021.https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848

Sánchez López, L. A. (2022). Inteligencia artificial y visión por computadora aplicada a la educación. *REVISTA ODIGOS, 3*(2), 61–73. https://doi.org/10.35290/ro.v3n2.2022.587

Sousa Ferreira, R.; Campanari, X.; Rogério, A., y Rodrigues, A. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova, 19*(33), 223-241. Epub August 12, 2021.https://doi.org/10.21830/19006586.728

STE. (2024). *Proyectos prácticos de IA para el aula. Una guía para maestros de secundaria. Sociedad Internacional de Tecnología para la Educación.* https://cms-live-media.iste.org/www-root/Libraries/Documents%20%26%20Files/Artificial%20Intelligence/2024/ISTEGM_AIGuides_Secondary_ES.pdf

Terol, M. (2021). *ThingBig. Aprendizaje adaptativo: características y consideraciones.* https://blogthinkbig.com/aprendizaje-adaptativo-como-aplicarlo-aula-trabajo/

Textcortex. (2024). Página oficial. https://textcortex.com/es

CAPÍTULO VIII

EL IMPACTO DE LA IA EN EL DEPORTE

MARLENE ATENEA GRIMALDO RAMÍREZ[1]

Resumen

La industria del deporte no quedó obsoleta ante la aparición de la Inteligencia Artificial, si no fue lo contrario, dado que vino a fortalecer y a desarrollar herramientas que favorecerán; tanto a los entrenadores como, a deportistas. Siendo un gran apoyo para generar planes y entrenamientos personalizados; con el fin del mejoramiento de condición física y poder optimizar el rendimiento deportivo.

Asimismo, deja ver la clara evolución que tendrá la actividad deportiva con dicha tecnología, la cual abarcará, desde equipamiento, infraestructura y medicina deportiva. Otro ejemplo será la aparición de los *Cyborgs,* atletas que utilizarán prótesis, teniendo integrado este sistema inteligente.

Además, ayudará a luchar contra el dopaje, una gran problemática en el deporte, y que su uso beneficiará con herramientas que analizarán comportamientos sospechosos, relacionados con el *doping*. Previniendo y aplicando estrategias que harán reflexionar y dando el conocimiento sobre las grandes afectaciones, provocadas, por el uso de medicamentos prohibidos.

Dejando ver que el mal uso de esta tecnología podría causar un gran impacto negativo, para las marcas, entrenadores y deportistas, que buscaron integrar este sistema inteligente. Potenciando a crear cursos,

[1] Alumna de la Licenciatura en Administración, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

talleres o espacios que permitan impartir conocimientos y las formas correctas de utilizar e implementar la Inteligencia Artificial.

Palabras clave: Adaptación, Antropometría, Arbitraje, Biomecánica, Biométricos, *ChatGPT,* Condición, *Copilot, Cyborgs,* Datos BAF, Desempeño, Deporte, Entropía, Equipamiento, Fisiológicos, *Gemini,* Herramientas, Inteligencia Artificial, Juegos Olímpicos, Medicina Deportiva, Optimización; Sistemas Artificiales, y Tecnología.

Introducción

Es importante saber que el deporte es una actividad cultural y social, la cual ha tenido una gran influencia, para personas amantes de cualquier tipo de dicha actividad. Recordemos que, en los inicios de la prehistoria se tomaba como una necesidad el objetivo de la caza. Pasando a un ritual, en la antigua Grecia y Roma, convirtiéndose en una forma de entretenimiento. Causando que se crearan competencias y eventos de este giro (los más conocidos, los *Juegos Olímpicos*). Con ello, pasando por evolución, durante las épocas siguientes (Edad Media, Renacimiento, Siglo XVIII) y hasta la actualidad, apareciendo nuevas actividades.

Incluso, cabe mencionar, que se volvió un oficio, para personas que lo ven con fines de lucro, lo cual permitió que tuviera una evolución tanto en la rama, como en el entono que lo rodea. Abriendo paso a que se introdujera en el comercio, brindando oportunidad a que se vea como una industria o profesionalización.

Al hablar de dicho profesionalismo se entiende que *"el deporte se ha convertido en una industria global multimillonaria, con atletas profesionales que compiten por grandes premios y ligas deportivas que generan enormes ingresos a través de la venta de entradas, derechos de transmi-*

sión y patrocinios" (BARD, 2024)[2]. Con este antecedente, se determina que su evolución, permitió un avance en:

- Desarrollo de condición y técnicas físicas.
- Equipamiento, Herramientas e Infraestructura.
- Tecnologías
- Medicina deportiva, etc.

Es por tal motivo que empiezo a realizar una línea de investigación del deporte y, como en la actualidad, la Inteligencia Artificial (IA) está adentrando a dicha industria. Por consiguiente, se percibe que la IA vino a cambiar el mundo, dado que tuvo grandes auges en muchos aspectos. El deporte no fue excepción, si bien tendrá nuevos aportes con la implementación de esta nueva tecnología, creando miedos, mitos o fobias. De las cuales, algunas de ellas, las abordaremos en este escrito, con el objetivo de brindar un conocimiento; de que su uso viene a renovar y contribuir a la tecnología actual, en todos los deportes.

Optimización del Desempeño Deportivo con IA

Uno de los mitos que se identificaron en esta investigación es que se tendrá una entropía en la condición física de un deportista, causando un decremento del desempeño en su actividad. Aspecto que, si analizamos, o somos cercanos a, cualquier tipo de deporte; el desempeño deportivo ha ido bajando en los últimos años. Causado por factores comerciales, económicos y sociales, de los cuales la IA puede contrarrestar el impacto de dichos aspectos.

Los usos que tendrá en el deporte, al implementar esta tecnología, será en los análisis de datos deportivos, de una persona o equipo. Teniendo en cuenta que *"los avances recientes en la detección portátil y el aprendizaje automático con IA han creado amplias oportunidades para el análisis de movimiento en los deportes* (Dorschky y otros, 2023), *ya que*

[2] Información brindada por conversas con Gemini: "El deporte con fines de lucro".

la combinación de ambos permite proporcionar feedback en tiempo real a deportistas y entrenadores" (Sanabria Navarro y otros, 2024). Dado que, al ser un gran procesador de información, lo que hará será una exploración de datos BAF[3], los cuales constan en:

1. Movimientos del cuerpo en tiempo real (biomecánicos).
2. Estatura y peso (antropométricos).
3. Signos vitales (fisiológicos).

Brindando resultados que ayudarán en la corrección de técnicas y movimientos, por ende, teniendo grandes beneficios en la optimización del rendimiento y condición física; por consecuencia, al desempeño deportivo en entrenamientos y competencias de bajo, medio o alto, nivel.

De la misma forma, el análisis de los datos BAF, servirá para el pronóstico y prevención de lesiones. Permitiendo un ahorro económico (inversión médica) y tiempo, en atención a la lesión. Además, la IA tuvo un gran avance en la medicina del deporte, que su implementación podrá intervenir en el diagnóstico supervisión, tratamiento y rehabilitación del deportista.

De acuerdo con el artículo *"Análisis bibliométrico de la inteligencia artificial en el deporte"* se explica: *"Es imposible que GPT-4 pueda dejar obsoletos a los médicos deportivos. En cambio, podría convertirse en un asistente científico indispensable para los médicos deportivos en el futuro"* (Cheng y otros, 2023; Sanabria Navarro y otros, 2024). Siendo un argumento válido, que en un futuro muy cercano estamos por ser testigos de dichos cambios, no solamente en medicina deportiva.

Además, se puede ver como una herramienta que va a optimizar los tiempos de sanación de personas, en este caso de deportistas. De los cuales, incluso, los impactos de una lesión deportiva puedan ser mínimos, pero sin afectar en el rendimiento. Abriendo paso a las prótesis

[3] Las siglas BAF fueron denominadas con fines de pronunciación, definiéndolos como datos que brindan información acerca de la biomecánica, antropometría y fisiología de un deportista; al momento de ser analizados.

desarrolladas por IA y que conozcan como *Cyborgs*. Nombre que ya es brindado por *ChatGPT* y *Gemini*; al preguntarle, ¿cómo la IA se implementará en atletas con prótesis? o ¿qué son los *cyborgs* deportivos? (ver **Figura 1**).

Figura 1. Cyborg deportivo con aspectos humanos y alguna prótesis.

Fuente: OpenAI, Copilot (2024).

Lo que nos brindan estas IA, es que su uso se reflejara un gran impacto en estos atletas, permitiendo que puedan tener un mejor desarrollo deportivo. *ChatGPT* nos explica que la IA va a intervenir en varios aspectos, los cuales permitirán una relación mayor, entre ser humano e IA. Estos aspectos son:

1. *Diseño personalizado:* La IA puede analizar datos anatómicos y de movimiento de un deportista para crear prótesis altamente personalizadas que se ajusten perfectamente a sus necesidades

y características físicas. Esto se puede lograr mediante el uso de escaneos 3D y modelos biomecánicos.

2. *Optimización del rendimiento:* Algoritmos de aprendizaje automático pueden estudiar los patrones de movimiento de un deportista y ajustar las prótesis para optimizar su rendimiento. Por ejemplo, una prótesis de pierna puede adaptarse para mejorar la eficiencia en la carrera o el salto.
3. *Adaptabilidad en tiempo real:* Las prótesis equipadas con IA pueden ajustar sus parámetros en tiempo real basándose en las condiciones cambiantes y en el *feedback* del usuario. Por ejemplo, una prótesis de pierna puede cambiar su rigidez o ángulo para adaptarse a diferentes terrenos o velocidades de movimiento.
4. *Control intuitivo:* La IA puede mejorar la interfaz entre la prótesis y el usuario, permitiendo un control más intuitivo y natural. Esto se puede lograr mediante el uso de sensores y algoritmos que interpretan las señales musculares y nerviosas del usuario.
5. *Análisis y retroalimentación:* Las prótesis equipadas con IA pueden recopilar datos sobre el uso y el rendimiento del deportista, proporcionando retroalimentación útil para mejorar el diseño y la funcionalidad de las prótesis futuras. Además, estos datos pueden ser utilizados para ajustar la prótesis en tiempo real para mejorar el rendimiento y la comodidad.
6. *Rehabilitación y entrenamiento:* La IA puede asistir en el proceso de rehabilitación, proporcionando ejercicios y actividades específicas basadas en el progreso del usuario. También puede monitorear el cumplimiento y la eficacia de estos programas de rehabilitación.
7. *Integración con otros dispositivos:* La IA permite que las prótesis se integren con otros dispositivos y tecnologías, como aplicaciones móviles y *wearables,* para proporcionar un monitoreo y control más completos (OpenAI, 2024; ChatGPT, 2024)[4].

[4] Resultado de la conversación con la *IA ChatGPT:* Uso de la IA en prótesis de deportistas.

Si bien la IA desarrolla la visión de su uso en el deporte, incluso como la percibe con una imagen, al momento que conversamos con ella y realizamos las preguntas correctas. Además, será una herramienta, para los entrenadores, que ayude al desarrollo de entrenamientos y que su planificación sea eficiente.

De la misma forma, sin dejar a un lado, su uso permitirá un desarrollo de nuevas, o remodelaciones de instalaciones y equipamiento. Aspecto importante, para la realización de una actividad deportiva; su implementación se verá relejado en:

- Desarrollo de equipamiento que se adapte a las necesidades de los deportistas, ayudando al rendimiento (pelotas, raquetas u otro equipo inteligente) y prevención de lesiones.
- Sensores de inteligencia sensores de inteligencia, su función será la detección de posibles fallos del equipo, previendo un mantenimiento y, por tanto, la reducción de tiempos en inactividad.
- Creación de herramientas en apoyo a arbitraje o jueces.
- Optimización de consumo energético, producido por las instalaciones.
- Sistemas de vigilancia que ayuden a detectar comportamientos inciertos que requieran alertar a seguridad.
- Nuevas formas de acceso a los eventos, con uso de datos biométricos de las personas asistentes.
- Modernizar la experiencia y la interacción con el público.

Son puntos que vendrán a potenciar el trabajo que actualmente se tiene en el deporte, así como el mejoramiento en el entorno deportivo. Permitiendo que los deportistas tengan la mejor condición física, para optimizar su rendimiento, y puedan desempeñarla en instalaciones, con mejor capacidad, calidad y equipamiento. Teniendo una base de información que se empleará, para un correcto desarrollo de programas de entrenamiento y con seguimiento médico y tecnológico, a favor de los entrenadores y deportistas.

Entendiendo que la IA no llega al deporte para bajar el rendimiento de los deportistas, sino, es lo contrario, busca que su capacidad, habilidades y talento tenga el mejor desarrollo en su actividad. Con el respaldo de una nueva evolución, en la medicina deportiva y nutricional, para ser complemento en el desarrollo de condición y rendimiento deportivo.

Contrarresta del Dopaje por el uso de la IA

Se teme que al utilizar la IA el dopaje tendrá un incremento a que se desarrollen nuevas herramientas; para disfrazar el tomado de medicamentos que favorezcan el rendimiento deportivo artificial. De acuerdo con *Gemini,* la IA permitirá una búsqueda de herramientas, que ayuden a su detección. Permitiendo el desarrollo de aparatos o mecanismos como:

1. Análisis de datos y patrones:
    - Análisis de perfiles biológicos: La IA puede analizar grandes conjuntos de datos de atletas, como sus historiales médicos, resultados de pruebas y rendimiento deportivo, para identificar patrones anormales que podrían indicar dopaje.
    - Detección de sustancias prohibidas: La IA puede analizar muestras de orina y sangre para detectar la presencia de sustancias prohibidas con mayor precisión y rapidez que los métodos tradicionales.
2. Monitoreo y seguimiento de atletas:
    - Pasaporte biológico electrónico: La IA puede utilizarse para crear pasaportes biológicos electrónicos que registren de forma continua datos fisiológicos y de rendimiento de los atletas, facilitando la detección de anomalías que podrían indicar dopaje.
    - Monitoreo en tiempo real: La IA puede analizar datos en tiempo real de sensores portátiles o cámaras para detectar

comportamientos o técnicas de entrenamiento sospechosas que podrían estar relacionadas con el dopaje.

3. Desarrollo de pruebas antidopaje más efectivas:
   - Nuevos métodos de detección: La IA puede ayudar a desarrollar nuevos métodos de detección de sustancias prohibidas y técnicas de dopaje más sofisticadas.
   - Personalización de pruebas: La IA puede utilizarse para personalizar las pruebas antidopaje en función del perfil de riesgo de cada atleta y del tipo de deporte que practica.
4. Educación y sensibilización:
   - Campañas personalizadas: La IA puede utilizarse para crear campañas de educación y sensibilización sobre el dopaje personalizadas para diferentes grupos de atletas, entrenadores y público en general.
   - Detección de información falsa: La IA puede ayudar a identificar y combatir la difusión de información falsa sobre el dopaje en internet y redes sociales.
   - Complejidad del dopaje: El dopaje es un fenómeno complejo y en constante evolución, lo que dificulta el desarrollo de sistemas de IA capaces de detectarlo con precisión.
   - Privacidad de los datos: La recolección y el análisis de datos personales de los atletas plantean importantes cuestiones de privacidad que deben abordarse de manera responsable.
   - Equidad y transparencia: Es importante que los sistemas de IA sean transparentes y equitativos para evitar sesgos y discriminación en la detección del dopaje (BARD, 2024)[5].

Analizando la información, podemos determinar que la IA, no solo permitirá el desarrollo de diagnósticos de comportamientos relacionados con el dopaje. Si no que será integrada con el fin de eliminarla, siendo un

[5] Conversación *IA ChatGPT* al preguntarle sobre: Dopaje deportivo e IA.

objetivo que se viene buscando con anterioridad. Además de que emplea el término de educación, con el objetivo de brindar el conocimiento negativo en que desfavorece en la salud de los deportistas.

Dejando en claro que una mala implementación (de IA) provocará el desarrollo de técnicas que ayuden a eludir controles o resultados de dopaje. Por ende, debe ser necesaria, la supervisión o establecimiento de reglas, que impidan o castiguen, el mal uso de la IA.

Impacto Negativo de la IA por Mal Implementación

Una de las principales afectaciones sería al no tener conocimientos de esta tecnología, buscando implementarla en el ámbito deportivo, pero solo consiguiendo que arriesgue el rendimiento deportivo, imagen e incluso la salud del deportista. Por lo que, es necesario que se empiecen a desarrollar cursos o talleres, que ayude al aprendizaje de la IA, tanto en el ámbito deportivo, como en otros campos.

Incluso se pueden generar sesgos o fallos en los algoritmos, de los programas de esta tecnología, siendo un problema que causara discriminación o daños a los entrenadores o deportista, que intentaron emplear la IA. Provocando que se puedan generar presiones o problemas emocionales, a causa de cumplir con las metas u objetivos, que se buscaban con el uso de los sistemas inteligentes.

Otra de las afectaciones sería los recortes de empleo, por la sustitución de redes neuronales. Si bien la IA viene con la intención de colaborar con los humanos, para la realización de actividades; sin embargo, podría eliminar el factor humano y la emoción del deporte, convirtiéndolo en una actividad fría y mecánica. Dado que, en un futuro, no se necesitarán muchos empleados, para el desarrollo de las actividades administrativas u operativas, que rodean al deporte. Teniendo afectaciones a profesionista con experiencia, en la rama deportiva, por lo que existe la necesidad de conocer y entender a los sistemas inteligentes, para no ser obsoletos de dicha tecnología.

Conclusiones

Esta línea de investigación demostró que la IA no tendrá límites y lo que en algún momento era imposible, en nuestra realidad, ahora estamos conviviendo. Siendo una parte de la que debemos de recapacitar y detenernos a pensar si realmente nos reprimimos a usar la IA. Si bien es necesario tener una base, para poder entenderla e implantarla de forma correcta y con el objetivo de explorar un nuevo sistema tecnológico inteligente.

Como lo planteo en el texto, el deporte es una activada que deja ver la transparencia, de cómo será al integrar los sistemas inteligentes. Dejando ver un gran avance en herramientas, rendimiento y medicina deportiva; las cuales seremos testigos, este año, en los *Juegos Olímpicos París 2024*. Siendo un gran evento deportivo, que abrió sus puertas a esta tecnología, la cual va a integrarse en los aspectos de arbitraje y jurado, herramientas para reducir el impacto ambiental y la primera transmisión en calidad 8k.

Por lo que podemos saber, el deporte no se está limitando a utilizar la Inteligencia Artificial, sino que está poniendo el ejemplo de perder la fobia a los cambios tecnológicos, que vienen a mejorar y potenciar el entorno en que nos encontramos. Además, de saber convivir con la IA, dado que es una tecnología que ya está entre nosotros y no será apartada de la sociedad.

Referencias Bibliográficas

Arenas, A. (2024, 18 de abril). *Infochannel. https://infochannel.info/noticias/tendencias/inteligencia-artificial-llega-a-los-juegos-olimpicos-paris-2024*

BARD. (2024, 19 de Julio). *Gemini. https://lamda.ai/*

Expansión. (2024, 02 de julio). Los datos y la IA también podrían evitar que los deportistas se droguen. *Expansión. https://expansion.mx/tecnologia/2024/07/02/los-datos-y-la-ia-tambien-podrian-evitar-que-los-deportistas-se-droguen*

FEBVRE, C. (2024, 02 de julio). *Barron´s. https://www.barrons.com/news/spanish/un-mejor-uso-de-los-datos-puede-ser-clave-en-la-lucha-contra-el-dopaje-6f77459b*

Fox Sports. (2024, 19 de abril). *Foxsports. https://www.foxsports.com.mx/2024/04/19/coi-presento-plan-para-integrar-inteligencia-artificial-a-los-juegos-olimpicos/*

OpenAI. (2024, 20 de julio). *ChatGPT*. Obtenido de ¿Como la IA va a intervenir en deportistas con protesis?

OpenAI. (2024, 20 de julio). *Copilot*. Obtenido de Crea una imagen de un cyborg deportivo con aspectos humanos y alguna prótesis.

Sanabria Navarro, J. R., Niebles Núñez, W. A., y Silveira Pérez, Y. (2024). Análisis bibliométrico de la inteligencia artificial en el deporte, 1-8. *Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9349028*

Unisport Managemet School. (2023,15 de noviembre). *Unisport Managemet School. https://unisport.es/inteligencia-artificial-deporte/*

CAPÍTULO IX

INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORA: LA PRÓXIMA FRONTERA DE LA IA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA HUMANIDAD

JUAN ANDRÉS NIEBLA RAYGOZA[1]
JUAN CAYETANO NIEBLA ZATARAIN[2]
OSCAR LOZANO CARRILLO[3]

Introducción

La Promesa de las Brain Computer Interface (BCI)

La capacidad de la mente humana para trascender sus limitaciones físicas y comunicarse directamente con dispositivos externos ha sido un anhelo persistente a lo largo de la historia. Hoy en día, este sueño se acerca cada vez más a la realidad gracias a la interfaz cerebro-computadora (BCI). Esta tecnología emergente, situada en la intersección de la neurociencia y la informática, promete revolucionar la forma en que interactuamos con el mundo y, potencialmente, transformar la experiencia humana en sí misma.

[1] Estudiante del Doctorado en Gestión del Turismo, Universidad Autónoma Occidente, Mazatlán, Sinaloa, México.

[2] Profesor-Investigador, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán, Sinaloa, México.

[3] 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.

En esencia, una BCI actúa como un puente entre el cerebro y una máquina, permitiendo que los pensamientos, intenciones y comandos neuronales se traduzcan en acciones concretas en el mundo digital o físico. Esta comunicación bidireccional abre un abanico de posibilidades que abarcan desde la restauración de funciones perdidas hasta la mejora de las capacidades humanas (ver **Figura 1**).

Figura 1. *El sueño de la comunicación directa.*

Fuente: ***Leonardo*** AI (2024).

Uno de los campos donde las BCI han demostrado un potencial transformador es en la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidades. Žaba y Paszkiel (2022) exploran cómo las BCI pueden controlar prótesis de extremidades superiores, devolviendo la independencia y la funcionalidad a aquellos que han sufrido amputaciones o lesiones. Esta aplicación no solo tiene un impacto físico, sino también psicológico, al empoderar a los individuos y permitirles participar plenamente en la sociedad.

El potencial de las BCI se extiende más allá de la rehabilitación. En el ámbito de la medicina, Hochberg y Vilela (2020) describen cómo las BCI pueden revolucionar el diagnóstico y tratamiento de trastornos neurológicos. Desde la predicción y prevención de ataques epilépticos (Yuwono y otros, 2022) hasta la modulación de estados cerebrales para abordar condiciones como la depresión y la ansiedad, las BCI ofrecen una nueva vía para comprender y tratar enfermedades que antes parecían intratables.

La comunicación, una piedra angular de la interacción humana, también está siendo redefinida por las BCI. Pitt y otros (2023) investigan cómo las BCI pueden facilitar la comunicación en niños con dificultades del habla, abriendo nuevas vías para la expresión y la conexión. Asif y Gouqing (2024) van más allá, explorando la posibilidad de comunicación directa entre cerebros, lo que podría transformar la forma en que compartimos pensamientos e ideas.

Incluso industrias como la alimentaria están explorando el uso de BCI para comprender mejor a los consumidores. Kāle (2024) propone un marco conceptual innovador que utiliza grandes volúmenes de datos y técnicas de procesamiento del lenguaje natural para analizar las percepciones y elecciones alimentarias, lo que podría tener implicaciones significativas para la salud pública y la personalización de productos.

Sin embargo, como toda tecnología emergente, las BCI también presentan desafíos y riesgos potenciales. Kosal y Putney (2023) advierten sobre la naturaleza dual de estas interfaces, subrayando la necesidad de considerar tanto sus aplicaciones benéficas como sus posibles usos maliciosos. La seguridad de los datos, la privacidad mental y la autonomía individual son preocupaciones apremiantes que deben abordarse a medida que avanzamos hacia un futuro donde la mente y la máquina se entrelazan cada vez más.

El desafío dual

Es importante mencionar que la promesa de las BCI no está exenta de claroscuros. Como un arma de doble filo, esta tecnología emergente

plantea un desafío dual: su capacidad para el bien es tan vasta como su potencial para el mal. Kosal y Putney (2023) advierten sobre esta dualidad, señalando que las mismas BCI que pueden restaurar la función motora o mejorar la comunicación también podrían ser utilizadas para fines menos nobles, como la manipulación mental o la vigilancia intrusiva.

Esta dualidad no es un concepto abstracto, sino una realidad tangible impulsada por la creciente inversión gubernamental en neurotecnología. Tanto Estados Unidos como China, a través de sus respectivas iniciativas *BRAIN* y *China Brain Project,* están destinando importantes recursos a la investigación y desarrollo de BCI (Kosal y Putney, 2023). Si bien el enfoque inicial de estos proyectos es médico y científico, su potencial para aplicaciones militares y comerciales es innegable.

En el ámbito militar, las BCI podrían utilizarse para mejorar las capacidades cognitivas de los soldados, permitiéndoles controlar drones de forma remota (Emanuel y otros, 2019; Vahle, 2020, como se citó en Kosal y Putney, 2023), comunicarse telepáticamente (Jiang y otros, 2019; Trimper y otros, 2014, como se citó en Kosal y Putney, 2023) o incluso detectar el engaño en interrogatorios (Gherman y Zander, 2021; Lin y otros, 2018, como se citó en Kosal y Putney, 2023). Estos avances podrían cambiar las reglas del juego en el campo de batalla, pero también plantean cuestiones éticas y legales sobre la autonomía, la responsabilidad y el uso de la fuerza.

En el sector comercial, las BCI podrían revolucionar la forma en que interactuamos con la tecnología. Desde asistentes virtuales más inteligentes y empáticos (Lozano Carrillo, 2024) hasta interfaces intuitivas para controlar dispositivos (Hochberg y Vilela, 2020), las posibilidades parecen ilimitadas. Sin embargo, el creciente uso de BCI en entornos comerciales también plantea preocupaciones sobre la privacidad de los datos cerebrales, el sesgo algorítmico y la posible manipulación del comportamiento del consumidor (Asif y Gouqing, 2024).

La dualidad de las BCI, por lo tanto, nos obliga a reflexionar sobre el futuro que deseamos construir. ¿Serán estas interfaces herramientas de empoderamiento y progreso, o se convertirán en instrumentos de control y manipulación? La respuesta a esta pregunta dependerá de cómo abordemos los desafíos éticos, legales y sociales que plan-

tea esta tecnología emergente. Y, como señala Lozano Carrillo (2024), también nos obliga a considerar la posibilidad de un futuro donde la conciencia humana pueda trascender la biología, un escenario que plantea preguntas fundamentales sobre la identidad, la individualidad y la equidad (ver **Figura 2**).

Figura 2. *El dilema ético.*

Fuente: ***Leonardo*** AI (2024).

En última instancia, el desafío dual de las BCI nos recuerda que el futuro de la inteligencia artificial no está predeterminado. Es un futuro que estamos construyendo activamente a través de nuestras decisiones, nuestras inversiones y nuestras conversaciones sobre los valores y principios que guiarán el desarrollo y la aplicación de estas tecnologías. La promesa de las BCI es inmensa, pero solo podremos aprovecharla plenamente si navegamos por sus peligros potenciales con sabiduría y precaución.

El Estado Actual de la Tecnología BCI

Tipos de BCI

En la actualidad, las interfaces cerebro-computadora (BCI) se encuentran en una etapa crucial de desarrollo, con una creciente diversidad de enfoques y aplicaciones. Una distinción fundamental en este campo es entre las BCI invasivas y no invasivas.

Las BCI invasivas, como describen Kosal y Putney (2023), implican la implantación quirúrgica de electrodos directamente en el cerebro. Esta técnica ofrece una señal cerebral de alta fidelidad, lo que permite una lectura y escritura de la actividad neuronal más precisa y detallada. Esta precisión es crucial para aplicaciones que requieren un control fino y una interpretación precisa de las señales cerebrales, como el control de prótesis robóticas avanzadas (Żaba y Paszkiel, 2022) o la investigación en neurociencia que busca desentrañar los complejos mecanismos del cerebro (Poo y otros, 2016, como se citó en Kosal y Putney, 2023). Sin embargo, la naturaleza invasiva de estas BCI plantea desafíos significativos. La cirugía de implantación conlleva riesgos inherentes, como infecciones y complicaciones postoperatorias. Además, la presencia a largo plazo de electrodos en el cerebro puede provocar reacciones tisulares y una degradación gradual de la calidad de la señal (Salatino y otros, 2017, como se citó en Kosal y Putney, 2023).

Por otro lado, las BCI no invasivas evitan la necesidad de cirugía, lo que las hace más accesibles y seguras para un público más amplio. Estas interfaces suelen utilizar electroencefalografía (EEG) para registrar la actividad eléctrica del cerebro desde el cuero cabelludo. Aunque la calidad de la señal es inferior a la de las BCI invasivas debido a la interferencia y el ruido inherentes a la medición a través del cráneo, las BCI no invasivas han encontrado aplicaciones prometedoras en áreas como el control de dispositivos mediante señales visuales evocadas por movimiento (*mVEP*) (Pitt y otros, 2023) y la detección de trastornos neurológicos a partir de señales biomédicas (Yuwono y otros, 2022).

La elección entre una BCI invasiva y no invasiva depende del equilibrio entre la calidad de la señal requerida y la aceptabilidad de los

riesgos asociados con la cirugía. En entornos médicos y de investigación, donde la precisión es primordial, las BCI invasivas pueden ser la opción preferida. Sin embargo, para aplicaciones comerciales y de consumo, donde la facilidad de uso y la seguridad son primordiales, las BCI no invasivas están ganando terreno (ver **Figura 3**).

Figura 3. *Aplicaciones médicas.*

Fuentes: ***Leonardo*** AI (2024).

Es importante destacar que el desarrollo de las BCI no invasivas está avanzando rápidamente. Reynolds (2024) describe el uso de BCI no invasivas para estudiar las respuestas cognitivas de los consumidores a diferentes diseños de menús de vino, lo que demuestra su potencial en la investigación de mercados y la comprensión del comportamiento del consumidor. Además, la investigación en curso busca mejorar la calidad de la señal de las BCI no invasivas y ampliar su rango de aplicaciones, lo que podría reducir aún más la brecha entre las dos categorías.

Aplicaciones Actuales

El panorama actual de las BCI es un testimonio de la convergencia entre la ciencia ficción y la realidad. Aunque todavía estamos lejos de alcanzar la "singularidad" o la "inmortalidad digital" mencionadas por Lozano Carrillo (2024), las aplicaciones actuales de las BCI ya están transformando vidas y abriendo nuevas fronteras en diversos campos.

En el ámbito médico, las BCI están emergiendo como una herramienta prometedora para el diagnóstico y tratamiento de trastornos neurológicos. Yuwono y otros (2022) presentan un sistema basado en *blockchain* e inteligencia artificial para la detección de trastornos neurológicos y convulsiones epilépticas, utilizando señales biomédicas preprocesadas y un modelo de aprendizaje profundo (LSTM). Aunque todavía en fase experimental, este enfoque ilustra el potencial de las BCI para mejorar la precisión y la eficacia en el diagnóstico y tratamiento de condiciones neurológicas desafiantes.

La investigación de Żaba y Paszkiel (2022) sobre el uso de BCI para controlar prótesis de mano ofrece un ejemplo tangible de cómo esta tecnología puede mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. Su enfoque, que combina neurocascos *Emotiv EPOC+* con un sistema de control basado en *Arduino* y un modelo de prótesis impreso en 3D, demuestra la viabilidad de utilizar señales cerebrales para restaurar la funcionalidad y la independencia en personas con amputaciones o lesiones.

La comunicación, un aspecto fundamental de la experiencia humana, también está siendo impactada por las BCI. Pitt y otros (2023) exploran el uso de animaciones en sistemas BCI para facilitar la comunicación en niños, destacando cómo diferentes técnicas de movimiento pueden influir en las señales cerebrales y el rendimiento de la comunicación. Este estudio no solo tiene implicaciones para el desarrollo de sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (AAC), sino que también arroja luz sobre los procesos neuronales y atencionales involucrados en la interacción entre el cerebro y la computadora.

El potencial de las BCI se extiende incluso a campos menos convencionales, como la investigación de mercados. Reynolds (2024) utiliza tecnología BCI para investigar cómo el diseño de los menús

de vino influye en el funcionamiento cognitivo de los consumidores. Este estudio innovador demuestra cómo las BCI pueden proporcionar información valiosa sobre las preferencias y los procesos de toma de decisiones de los consumidores, lo que podría tener aplicaciones en el diseño de productos y estrategias de marketing.

Estos ejemplos concretos de aplicaciones actuales de BCI revelan un panorama tecnológico en rápida evolución, donde la interacción entre el cerebro y la máquina está dejando de ser ciencia ficción para convertirse en una realidad tangible. A medida que estas tecnologías continúan desarrollándose y madurando, es crucial considerar no solo sus beneficios potenciales, sino también los desafíos éticos y sociales que plantean. La privacidad de los datos cerebrales, la autonomía individual y la equidad en el acceso a estas tecnologías son cuestiones críticas que deben abordarse para garantizar que las BCI se utilicen de manera responsable y en beneficio de toda la humanidad.

BCI y la Comunicación Humana

Redefiniendo la Comunicación

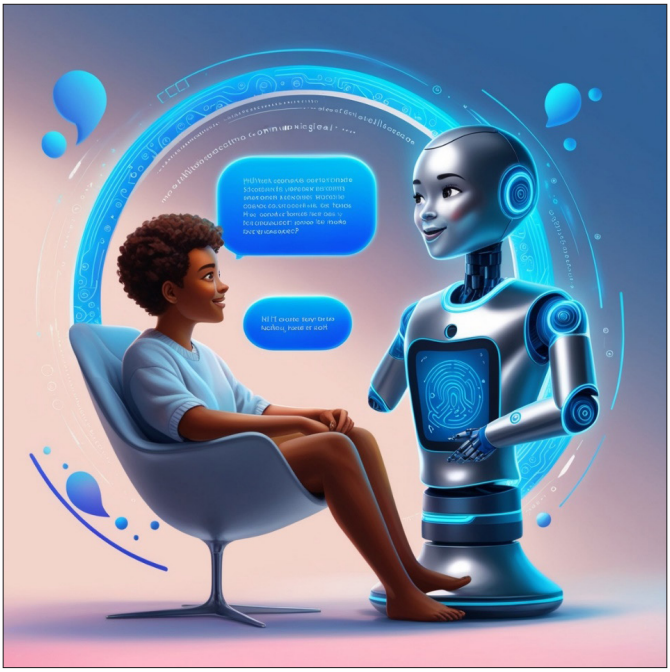
Las interfaces cerebro-computadora (BCI) están redefiniendo radicalmente nuestra comprensión de la comunicación humana. Asif y Gouqing (2024) destacan cómo estas tecnologías están abriendo la posibilidad de una comunicación directa entre cerebros, un concepto que alguna vez perteneció al reino de la ciencia ficción. Esta comunicación "telepática", aunque aún en sus primeras etapas de desarrollo, tiene el potencial de revolucionar la forma en que interactuamos y compartimos información.

La comunicación, en su esencia, es el intercambio de pensamientos, emociones e ideas. Tradicionalmente, hemos dependido de canales sensoriales como el habla, la escritura y el lenguaje corporal para transmitir estos mensajes. Sin embargo, las BCI ofrecen una vía completamente nueva para la comunicación, evitando la necesidad de intermediarios externos. Imaginemos un mundo donde podemos

compartir experiencias, conocimientos y sentimientos directamente de cerebro a cerebro, sin la necesidad de palabras o gestos.

Esta visión futurista, aunque emocionante, plantea preguntas profundas sobre la naturaleza de la comunicación y la identidad humana. ¿Qué significa ser humano cuando podemos comunicarnos telepáticamente con otros? ¿Cómo afectará esta capacidad a nuestras relaciones, nuestra sociedad y nuestra comprensión de nosotros mismos? (ver **Figura 4**).

Figura 4. *La IA en la comunicación.*



Fuente: ***Leonardo*** AI (2024).

Pitt y otros (2023) exploran cómo las BCI pueden facilitar la comunicación en niños con dificultades del habla, lo que sugiere que la comunicación directa entre cerebros podría ser una herramienta poderosa para superar barreras comunicativas y promover la inclusión. Sin embargo, también advierten sobre la necesidad de considerar cui-

dadosamente los aspectos éticos y sociales de esta tecnología, como la privacidad mental y la autonomía individual (Verbickas, 2022).

La comunicación mediada por IA, como la que se explora en Asif y Gouqing (2024), plantea desafíos adicionales. La autenticidad, el sesgo algorítmico y la posible manipulación de la información son preocupaciones válidas en un mundo donde la IA desempeña un papel cada vez más importante en la creación y difusión de mensajes.

A pesar de estos desafíos, el potencial de las BCI para transformar la comunicación humana es innegable. La posibilidad de comunicarnos directamente con nuestras mentes, sin las limitaciones del lenguaje y el cuerpo, abre un nuevo horizonte de posibilidades para la conexión humana. Sin embargo, es esencial que abordemos este futuro con una cuidadosa consideración de las implicaciones éticas y sociales, garantizando que estas tecnologías se utilicen para el bien común y no para la manipulación o el control.

En última instancia, las BCI nos desafían a repensar lo que significa comunicarse y conectarse con los demás. A medida que avanzamos hacia un futuro donde la mente y la máquina se entrelazan cada vez más, debemos asegurarnos de que esta tecnología se utilice para ampliar y enriquecer la experiencia humana, en lugar de disminuirla. La comunicación directa entre cerebros puede ser una herramienta poderosa para la comprensión, la empatía y la colaboración, pero solo si la utilizamos con responsabilidad y sabiduría.

Implicaciones Sociales y Éticas

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la comunicación mediada por computadora (CMC) plantea desafíos éticos y sociales significativos que trascienden la mera transmisión de información. Asif y Gouqing (2024) señalan que la creciente presencia de la IA en nuestras interacciones digitales ya sea a través de *chatbots,* asistentes virtuales o sistemas de recomendación, plantea interrogantes sobre la autenticidad, la privacidad y el sesgo algorítmico.

Autenticidad en la era de la IA: La proliferación de *"deepfakes"* y *bots* conversacionales plantea una crisis de autenticidad en la comuni-

cación digital. Asif y Gouqing (2024) advierten sobre el potencial de la IA para generar contenido falso o engañoso, lo que dificulta distinguir entre la información genuina y la manipulación. Esta falta de autenticidad erosiona la confianza en las fuentes de información y puede tener graves consecuencias para la toma de decisiones informadas y el discurso público.

Privacidad Mental y Vigilancia: Las BCI, al acceder directamente a la actividad cerebral, plantean preocupaciones fundamentales sobre la privacidad mental. Verbickas (2022) destaca el riesgo de que los datos cerebrales, que revelan nuestros pensamientos, emociones e intenciones más íntimos, puedan ser recopilados y utilizados indebidamente. Esta intrusión en nuestra privacidad mental podría tener implicaciones alarmantes, desde la discriminación basada en datos cerebrales hasta la manipulación de nuestras preferencias y decisiones.

Sesgo Algorítmico y Discriminación: Los algoritmos que impulsan las BCI y otras tecnologías de IA no son neutrales. Como señala Asif y Gouqing (2024), estos algoritmos aprenden de datos históricos, lo que puede perpetuar y amplificar los sesgos existentes en la sociedad. Esto puede llevar a resultados discriminatorios en áreas como la selección de personal, la concesión de préstamos y la justicia penal, exacerbando las desigualdades sociales y perpetuando la discriminación contra grupos marginados.

La Necesidad de un Enfoque Ético y Responsable: Para abordar estos desafíos éticos y sociales, es imperativo adoptar un enfoque ético y responsable en el desarrollo y uso de las BCI. Esto implica garantizar la transparencia en el funcionamiento de los algoritmos, implementar medidas para mitigar el sesgo algorítmico y establecer salvaguardias sólidas para proteger la privacidad de los datos cerebrales.

La regulación gubernamental y la cooperación internacional también son cruciales para establecer normas y estándares éticos que guíen el desarrollo y la aplicación de las BCI. Es esencial que la sociedad participe activamente en el debate sobre el futuro de estas tecnologías, asegurando que se utilicen de manera que beneficien a la humanidad en su conjunto y no solo a unos pocos privilegiados.

En última instancia, el futuro de la comunicación mediada por IA dependerá de nuestra capacidad para abordar estos desafíos éticos y sociales de manera proactiva y reflexiva. Solo a través de un enfoque ético y responsable podremos aprovechar el potencial transformador de las BCI para mejorar la comunicación humana y construir un futuro más equitativo y justo para todos.

El Lado Oscuro de las BCI: Peligros Potenciales

Amenazas a la Privacidad y la Autonomía

A medida que las BCI se adentran en el terreno de la actividad neuronal, se abre una caja de Pandora de peligros potenciales que amenazan los cimientos mismos de nuestra autonomía y privacidad. La capacidad de leer e interpretar las señales cerebrales, aunque prometedora para fines terapéuticos, también plantea la posibilidad de una intrusión sin precedentes en nuestros pensamientos y emociones más íntimos.

El Robo de Pensamientos: Una Nueva Frontera de la Privacidad

La recopilación y el uso indebido de datos cerebrales emergen como una amenaza inminente. Verbickas (2022) advierte sobre los riesgos de la "vigilancia intrusiva" y la posibilidad de que actores malintencionados accedan a información sensible sobre nuestras preferencias, creencias y estados mentales. Esta información, que hasta ahora se consideraba inviolable, podría ser utilizada para manipular nuestras decisiones, influir en nuestro comportamiento e incluso controlar nuestras acciones.

La idea de que nuestros pensamientos puedan ser *"hackeados"* o "robados" evoca escenarios distópicos que alguna vez parecieron relegados a la ciencia ficción. Sin embargo, a medida que las BCI se vuelven más sofisticadas y accesibles, este riesgo se vuelve cada vez más real. La protección de la privacidad mental se convierte así en un imperativo ético y legal fundamental en la era de la neurotecnología.

Manipulación Mental y Pérdida de Autonomía

Kosal y Putney (2023) profundizan en la posibilidad de que las BCI se utilicen para la manipulación mental, un escenario que podría socavar nuestra autonomía y libre albedrío. Si las BCI pueden escribir en el cerebro, ¿podrían también implantar pensamientos, deseos o creencias que no son nuestros? Esta perspectiva plantea interrogantes inquietantes sobre la naturaleza de la identidad y la libertad humana.

La pérdida de control sobre nuestros propios pensamientos y decisiones es un peligro que va más allá de la privacidad individual. Si nuestras mentes pueden ser influenciadas o controladas externamente, ¿qué queda de nuestra autonomía y capacidad de tomar decisiones libres e informadas? Esta cuestión tiene implicaciones profundas para la democracia, la justicia y la responsabilidad individual.

El Imperativo de la Protección y la Regulación

Ante estos peligros potenciales, se vuelve crucial establecer salvaguardias sólidas para proteger la privacidad mental y la autonomía individual. Esto implica no solo el desarrollo de tecnologías de seguridad robustas, como sistemas de encriptación y protocolos de autenticación, sino también la creación de marcos legales y éticos que regulen el uso de las BCI y los datos cerebrales.

La comunidad internacional debe trabajar en conjunto para establecer normas y estándares que garanticen un uso responsable y ético de las BCI. Esto incluye la prohibición de la manipulación mental no consentida y la protección de los datos cerebrales como una categoría especial de información personal altamente sensible.

Además, es esencial fomentar un debate público informado sobre las implicaciones éticas y sociales de las BCI. La sociedad debe ser consciente de los riesgos potenciales y participar activamente en la toma de decisiones sobre cómo se desarrollan y utilizan estas tecnologías. Solo a través de una gobernanza transparente y participativa podremos garantizar que las BCI se utilicen para el beneficio de la humanidad y no para su detrimento.

El Peligro de la "Inmortalidad Digital"

El concepto de inmortalidad, un anhelo humano tan antiguo como la civilización misma, está siendo reimaginado en la era de la inteligencia artificial (IA). La idea de trascender las limitaciones de nuestro cuerpo biológico y alcanzar la vida eterna a través de la digitalización de la conciencia, como propone Lozano Carrillo (2024), plantea interrogantes fascinantes y aterradoras sobre la identidad, la individualidad y la equidad en un mundo donde la mente podría existir más allá del cerebro.

La "inmortalidad digital" implica la transferencia de la conciencia humana a un sustrato digital, donde podría vivir indefinidamente, libre de las enfermedades y el deterioro que afectan a nuestros cuerpos físicos. Esta perspectiva, aunque tentadora, plantea preguntas fundamentales sobre qué significa ser humano. ¿Nuestra conciencia, nuestros recuerdos, nuestras emociones son simplemente información que puede ser copiada y transferida a una máquina? Y si es así, ¿qué implicaciones tiene esto para nuestra identidad y nuestra individualidad?

Verbickas (2022) advierte sobre los riesgos de la vigilancia intrusiva y la manipulación mental, planteando la posibilidad de que nuestras mentes digitales puedan ser controladas o manipuladas por actores externos. Si nuestra conciencia se convierte en datos, ¿podríamos ser víctimas de un nuevo tipo de explotación y control? La idea de una inmortalidad digital bajo el control de una entidad externa es una perspectiva inquietante que desafía nuestras nociones de libertad y autonomía.

Además, la inmortalidad digital plantea cuestiones de equidad y acceso. ¿Quién tendrá acceso a esta tecnología? ¿Estará disponible solo para unos pocos privilegiados, creando una nueva forma de desigualdad social? ¿Cómo se gestionarán los recursos y las oportunidades en un mundo donde la población digital podría crecer exponencialmente?

La búsqueda de la inmortalidad digital a través de las BCI es un reflejo de nuestro deseo humano de trascender nuestras limitaciones y desafiar la inevitabilidad de la muerte. Sin embargo, esta búsqueda también nos obliga a confrontar preguntas profundas sobre nuestra propia naturaleza y el futuro de nuestra especie. ¿Qué significa ser hu-

mano en un mundo donde la conciencia puede existir más allá de la biología? ¿Estamos preparados para las implicaciones éticas, sociales y existenciales de la inmortalidad digital?

Estas preguntas no tienen respuestas fáciles, pero son esenciales para navegar por el complejo panorama ético y social que se avecina. A medida que avanzamos hacia un futuro donde la mente y la máquina se fusionan cada vez más, debemos reflexionar sobre las implicaciones de nuestras elecciones y asegurarnos de que la búsqueda de la inmortalidad digital no comprometa los valores y principios que nos definen como seres humanos.

BCI en la Guerra: El Soldado del Futuro y la Amenaza de un Conflicto Deshumanizado

La perspectiva de las BCI en el campo de batalla evoca imágenes de un futuro donde la guerra se libra no solo con armas físicas, sino también con la mente. La posibilidad de soldados conectados a máquinas, con capacidades cognitivas mejoradas y control telepático de armamento, plantea interrogantes inquietantes sobre la naturaleza misma del conflicto y sus consecuencias para la humanidad.

Kosal y Putney (2023) describen un escenario en el que las BCI podrían permitir a los soldados discriminar entre amigos y enemigos con una precisión sobrehumana, recibir traducciones en tiempo real de idiomas extranjeros e incluso desactivar explosivos de forma remota. Esta visión de un "supersoldado" mejorado tecnológicamente podría cambiar radicalmente el equilibrio de poder en los conflictos armados, pero también plantea preocupaciones éticas y legales profundas.

La autonomía de las armas equipadas con BCI es una de las mayores preocupaciones. Si una máquina puede tomar decisiones de vida o muerte de forma autónoma, ¿quién es responsable de sus acciones? ¿El soldado que la ópera, el algoritmo que la guía, o los líderes que la despliegan? Esta falta de claridad en la responsabilidad podría llevar a una erosión de la rendición de cuentas y a una peligrosa escalada de conflictos (ver **Figura 5**).

Figura 5. *La deshumanización de la guerra.*

Fuente: ***Leonardo*** AI (2024).

Además, la posibilidad de errores y fallos técnicos en sistemas BCI críticos plantea un riesgo inaceptable en el contexto de la guerra. Como señalan Yuwono y otros (2022), incluso pequeños errores en la detección de señales cerebrales pueden tener consecuencias graves en aplicaciones médicas. En un escenario de combate, un fallo técnico en una BCI podría desencadenar acciones no deseadas, ataques a objetivos equivocados e incluso la pérdida de vidas inocentes.

La introducción de BCI en la guerra también podría acelerar el ritmo y la escala de los conflictos. Lozano Carrillo (2024) advierte sobre la posibilidad de guerras más rápidas y menos predecibles, donde las decisiones se toman en milisegundos y las acciones se ejecutan a una velocidad vertiginosa. Esto podría dificultar la diplomacia y la resolución pacífica de conflictos, sumergiendo al mundo en una era de guerras relámpago donde la humanidad misma está en juego.

La visión de soldados controlados por BCI, interactuando con máquinas y algoritmos en un campo de batalla digitalizado, plantea una cuestión fundamental: ¿estamos avanzando hacia un futuro donde la guerra se deshumaniza por completo? ¿Perderemos nuestra empatía, nuestra compasión y nuestro sentido de responsabilidad moral en la búsqueda de la eficiencia y la superioridad tecnológica?

La reflexión crítica sobre el papel de las BCI en la guerra es esencial para evitar un futuro distópico donde la tecnología se convierta en un fin en sí mismo, en lugar de un medio para alcanzar la paz y la seguridad. Es imperativo establecer límites éticos claros, desarrollar marcos legales sólidos y fomentar un debate público informado sobre las implicaciones de esta tecnología en el campo de batalla. Solo así podremos garantizar que las BCI se utilicen de manera responsable y en beneficio de la humanidad, en lugar de convertirse en una amenaza para nuestra existencia misma.

Reflexión Crítica y el Camino a Seguir

El Imperativo Ético

Ante los potenciales beneficios y los riesgos inherentes a las interfaces cerebro-computadora (BCI), emerge un imperativo ético ineludible. No podemos avanzar ciegamente hacia un futuro donde la mente y la máquina se fusionen sin considerar las implicaciones morales y sociales de nuestras acciones. Como advierte Kosal y Putney (2023), las BCI son herramientas de doble filo, capaces tanto de liberar el potencial humano como de amenazar nuestra autonomía y privacidad.

La creación de un marco ético sólido es fundamental para guiar el desarrollo y uso responsable de las BCI. Este marco debe abordar cuestiones cruciales como la privacidad mental, la autonomía individual, el consentimiento informado y la equidad en el acceso. No podemos permitir que la búsqueda del progreso tecnológico sacrifique los valores y principios que nos definen como seres humanos.

La ética debe ser el timón que guíe la investigación y el desarrollo de las BCI. Debemos asegurarnos de que estas tecnologías se utilicen

para empoderar a las personas, no para controlarlas o manipularlas. Esto implica establecer límites claros sobre qué tipo de información puede ser recopilada y utilizada, y garantizar que las personas tengan control sobre sus propios datos cerebrales.

Además, debemos considerar las implicaciones sociales de las BCI. ¿Cómo afectarán estas tecnologías a nuestras relaciones, nuestra sociedad y nuestra cultura? ¿Crearán nuevas formas de desigualdad y discriminación? ¿Cómo podemos garantizar que los beneficios de las BCI se distribuyan de manera equitativa y justa?

El desarrollo de un marco ético sólido para las BCI requiere un diálogo abierto y transparente entre científicos, legisladores, filósofos y el público en general. Debemos abordar estas cuestiones con una perspectiva interdisciplinaria, teniendo en cuenta no solo los avances tecnológicos, sino también sus implicaciones éticas, legales y sociales.

La comunidad internacional también tiene un papel crucial que desempeñar. La colaboración global en el establecimiento de normas y estándares éticos para las BCI es esencial para garantizar un desarrollo responsable y equitativo de esta tecnología a nivel mundial.

No podemos permitir que el miedo a los peligros potenciales de las BCI nos paralice o nos impida explorar su potencial para el bien. Sin embargo, tampoco podemos ignorar los riesgos inherentes a esta tecnología. El futuro de la IA y las BCI está en nuestras manos, y es nuestra responsabilidad asegurarnos de que este futuro sea ético, justo y beneficioso para toda la humanidad.

En este sentido, el desarrollo de un marco ético sólido para las BCI no es solo una cuestión de responsabilidad, sino también de oportunidad. Al abordar los desafíos éticos de manera proactiva y reflexiva, podemos construir un futuro donde las BCI se conviertan en herramientas poderosas para el progreso humano, la inclusión y el bienestar, en lugar de una amenaza para nuestra autonomía y nuestra humanidad.

Regulación y Gobernanza

La regulación y la gobernanza de las BCI se presentan como pilares fundamentales para mitigar los riesgos asociados a esta tecnología dis-

ruptiva y garantizar su uso responsable en beneficio de la humanidad. La naturaleza sin precedentes de las BCI, con su capacidad para acceder y potencialmente manipular la actividad cerebral, exige un marco regulatorio sólido y adaptable que pueda evolucionar junto con la tecnología misma.

La regulación gubernamental desempeña un papel crucial en este sentido. Kosal y Putney (2023) subrayan la importancia de establecer controles de exportación y restricciones en la investigación y desarrollo de BCI con fines militares, especialmente en el contexto de la competencia geopolítica entre Estados Unidos y China. La regulación gubernamental puede establecer límites claros sobre los usos permitidos de las BCI, proteger la privacidad de los datos cerebrales y garantizar que estas tecnologías no se utilicen para fines maliciosos o coercitivos.

Además, la cooperación internacional es esencial para abordar los desafíos globales que plantean las BCI. La creación de estándares éticos y legales a nivel internacional puede ayudar a prevenir una "carrera armamentista" neurotecnológica y garantizar que el desarrollo y uso de las BCI se rijan por principios de transparencia, responsabilidad y respeto por los derechos humanos.

La regulación no debe ser vista como un obstáculo para la innovación, sino como un marco que fomenta un desarrollo responsable y sostenible de las BCI. Al establecer reglas claras y justas, podemos crear un entorno en el que la investigación y el desarrollo de BCI puedan florecer, al tiempo que protegemos a la sociedad de los riesgos potenciales.

La gobernanza de las BCI también implica la participación de múltiples partes interesadas, incluyendo científicos, legisladores, especialistas en ética, representantes de la industria y la sociedad civil. Este enfoque multidisciplinario es esencial para garantizar que las decisiones sobre el desarrollo y uso de las BCI se tomen de manera informada y reflejen una amplia gama de perspectivas y valores.

La creación de comités de ética y consejos asesores puede proporcionar un foro para el debate y la deliberación sobre las implicaciones éticas y sociales de las BCI. Estos organismos pueden ayudar a identificar áreas de preocupación, formular recomendaciones y garantizar

que la investigación y el desarrollo de BCI se lleven a cabo de manera ética y responsable.

Además de la regulación y la gobernanza formal, es crucial fomentar una cultura de responsabilidad y ética en la comunidad científica y tecnológica. Los investigadores y desarrolladores deben ser conscientes de las implicaciones de su trabajo y tomar medidas proactivas para abordar los riesgos potenciales. Esto incluye la promoción de la transparencia en la investigación, la divulgación de posibles conflictos de intereses y la participación en debates públicos sobre los impactos sociales de las BCI.

En última instancia, la regulación y la gobernanza de las BCI son esenciales para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera que beneficien a la humanidad y no la perjudiquen. Al establecer un marco ético sólido, promover la cooperación internacional y fomentar una cultura de responsabilidad, podemos aprovechar el potencial transformador de las BCI mientras mitigamos sus riesgos y garantizamos un futuro en el que la tecnología sirva al bienestar humano.

El Papel de la Sociedad

El futuro de las interfaces cerebro-computadora (BCI) no es solo una cuestión tecnológica o científica, sino también un desafío social que nos concierne a todos. La participación pública y el debate informado son esenciales para garantizar que estas tecnologías se desarrollen y utilicen de manera ética y responsable, reflejando los valores y necesidades de la sociedad en su conjunto.

Como señala Kāle (2024), la investigación en BCI debe adoptar un enfoque interdisciplinario que incluya no solo a científicos y tecnólogos, sino también a expertos en ética, ciencias sociales y humanidades, así como al público en general. Este diálogo abierto y multifacético es crucial para comprender las implicaciones sociales y éticas de las BCI y para tomar decisiones informadas sobre su desarrollo y aplicación.

La participación pública puede tomar muchas formas, desde encuestas y consultas ciudadanas hasta debates en línea y foros públicos. Es importante que estas conversaciones sean accesibles y comprensi-

bles para todos, independientemente de su formación técnica o científica. La educación y la divulgación desempeñan un papel fundamental en este sentido, ya que permiten a las personas comprender los conceptos básicos de las BCI, sus posibles beneficios y riesgos, y las implicaciones éticas y sociales de su uso.

Un debate público informado puede ayudar a identificar áreas de preocupación y a generar soluciones que tengan en cuenta una amplia gama de perspectivas y valores. Por ejemplo, la preocupación sobre la privacidad de los datos cerebrales, planteada por Verbickas (2022), podría abordarse mediante la creación de mecanismos de protección de datos más sólidos y la implementación de políticas de transparencia en la recopilación y uso de estos datos.

Además, la participación pública puede fomentar la confianza y la aceptación de las BCI. Al involucrar a la sociedad en el proceso de toma de decisiones, podemos garantizar que estas tecnologías se desarrollen y utilicen de manera que responda a las necesidades y preocupaciones de las personas.

El papel de la sociedad en el futuro de las BCI no se limita a la participación en debates y consultas. También implica la adopción de un enfoque crítico y reflexivo hacia estas tecnologías. Debemos cuestionar las narrativas dominantes sobre la IA y las BCI, que a menudo se centran en sus beneficios potenciales sin abordar adecuadamente los riesgos (Brewer y otros, 2022).

La sociedad también debe estar atenta a los posibles sesgos y discriminaciones que puedan surgir del uso de algoritmos de IA en las BCI, como advierten Asif y Gouqing (2024). Debemos exigir transparencia y equidad en el desarrollo y aplicación de estas tecnologías, asegurándonos de que no perpetúen o amplifiquen las desigualdades existentes.

En última instancia, el futuro de las BCI no está escrito en piedra. Es un futuro que estamos construyendo juntos, a través de nuestras decisiones, nuestras acciones y nuestras conversaciones. Al participar activamente en el debate público y adoptar un enfoque crítico y reflexivo, podemos asegurarnos de que las BCI se conviertan en herramientas poderosas para el progreso humano, la inclusión y el bienestar, en lugar de una amenaza para nuestra autonomía y nuestra humanidad.

Conclusión

Las interfaces cerebro-computadora (BCI) se erigen como una de las tecnologías más prometedoras y desafiantes del siglo XXI. Su potencial para mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad, revolucionar la medicina, transformar la comunicación e incluso influir en nuestras elecciones cotidianas es innegable. Sin embargo, como hemos visto a lo largo de este capítulo, el camino hacia un futuro donde las BCI sean una realidad cotidiana está lleno de obstáculos y dilemas éticos.

La dualidad de esta tecnología, capaz tanto de curar como de dañar, de liberar y de controlar, nos obliga a reflexionar sobre el tipo de futuro que queremos construir. No podemos permitirnos avanzar ciegamente hacia una integración total entre la mente y la máquina sin considerar las implicaciones para nuestra privacidad, nuestra autonomía y nuestra identidad como seres humanos.

La investigación en BCI debe ser guiada por un marco ético sólido y una gobernanza responsable. Debemos establecer límites claros sobre la recopilación y el uso de datos cerebrales, proteger la privacidad mental y garantizar que estas tecnologías no se conviertan en herramientas de manipulación o control. La cooperación internacional y la participación pública son esenciales para asegurar un desarrollo equitativo y beneficioso para todos.

El futuro de las BCI no es un destino predeterminado, sino un camino que debemos trazar con cuidado y deliberación. La tecnología no es inherentemente buena o mala, pero su impacto depende de cómo la utilicemos. Debemos asegurarnos de que las BCI se conviertan en herramientas que empoderen a las personas, que mejoren la comunicación y la conexión humana, y que contribuyan a un futuro más justo y equitativo para todos.

En última instancia, la pregunta no es si las BCI cambiarán el futuro de la humanidad, sino cómo lo harán. ¿Serán estas interfaces una fuerza para el bien, mejorando nuestras vidas y ampliando nuestros horizontes, o se convertirán en un instrumento de control y manipulación? La respuesta a esta pregunta depende de nosotros, de las de-

cisiones que tomemos hoy y de los valores que guíen nuestro camino hacia el futuro.

Referencias Bibliográficas

Asif, R., y Gouqing, Z. (2024). Computer-mediated communication in the age of artificial intelligence: Challenges and opportunities. *Journal of Communication Technology, 15*(2), 125-138. https://doi.org/10.14313/JCT/15-2/11

Brewer, J. D., Lee, M. J., y Stafford, T. (2022). Artificial intelligence and brain–computer interface: Ethical, social, and legal challenges. *Journal of Business Ethics, 180*(3), 793-812. https://doi.org/10.1007/s11948-015-9712-7

Hochberg, L. R., y Vilela, M. (2020). Brain–computer interfaces for communication and control. *Neuron, 106*(2), 226-243. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.01.008

Kosal, M., y Putney, J. (2023). Neurotechnology and international security: Predicting commercial and military adoption of brain-computer interfaces (BCIs) in the United States and China. *Politics and the Life Sciences, 42*(1), 81-103. https://doi.org/10.1017/pls.2022.2

Lozano Carrillo, O. (2024). El Futuro de la Inteligencia Artificial. *Journal of Artificial Intelligence Research, 50,* 1-25. https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2753

Pitt, K. M., Cole, Z. J., y Zosky, J. (2023). Promoting Simple and Engaging Brain-Computer Interface Designs for Children by Evaluating Contrasting Motion Techniques. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 66*(10), 3974-3987. https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-23-00292

Reynolds, D. (2024). Wine-menu design: An investigation using brain-computer interface technology. *Journal of Foodservice Business Research, 27*(1), 26–39. https://doi.org/10.1080/15378020.2022.2063631

Verbickas, M. (2022). Žmogaus teisė į technologijų pažangą teisėje į sveikatą: Smegenų ir kompiuterio sąsajos technologijų problemos [Human right to technological progress as the right to health: Challenges of brain-computer interfaces]. Jurisprudencija, 29(1), 64–81. https://doi.org/10.13165/JUR-22-29-1-03

Yuwono, I., Damastuti, E., y Utomo, S. (2022). Neurological Disorders Detection Based on Computer Brain Interface Using Centralized Blockchain

with Intrusion System. *International Journal of Communication Networks and Information Security, 14*(2), 168-178. https://doi.org/10.2073-607X

Żaba, J., y Paszkiel, S. (2022). Concept of Using the Brain-Computer Interface to Control Hand Prosthesis. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems, 16*(4). https://doi.org/10.14313/JAMRIS/4-2022/27

CAPÍTULO X

EL MIEDO A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN VIAJE DESDE EL Y2K HASTA HOY

VÍCTOR DANIEL SANTOS HORTELANO[1]

Resumen

El primer gran miedo tecnológico de la era moderna para muchos *millennials* fue el Y2K, o *"Problema del Año 2000",* que se refería a errores en la representación de fechas en sistemas informáticos, temiendo un colapso generalizado. Aunque la corrección de este problema se manejó con éxito, el miedo al avance tecnológico persistió. Hoy en día, la inteligencia artificial genera nuevos miedos similares, incluyendo la pérdida de empleos, privacidad y vigilancia, seguridad y control, desigualdad y impactos éticos y morales. Estos temores reflejan preocupaciones sobre la automatización, la recolección de datos, el mal uso de la tecnología, y el desarrollo desigual de la IA. La tecnofobia actual está alimentada por la falta de educación adecuada y la desinformación en plataformas como *TikTok*. Se necesita una mejor educación tecnológica y una colaboración entre gobiernos, empresas y el sector educativo para enfrentar estos desafíos y utilizar la tecnología de manera beneficiosa.

Palabras clave: Y2K, problema del Año 2000, inteligencia artificial (IA), pérdida de empleos, privacidad, vigilancia, seguridad, desigualdad, impactos éticos y morales, automatización, recolección de datos, mal uso de la tecnología, desarrollo desigual, tecnofobia.

[1] Asistente de investigación, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

El primer gran miedo tecnológico computacional que recuerdo como *Millennials* y persona que creció y vivió la transición analógica a digital en vida cotidiana y educación, comenzó con el cambio al nuevo milenio, específicamente con el problema conocido como Y2K. Aunque muchos sabían en qué consistía este problema, la mayoría de las personas entró en pánico al imaginar cómo el sistema colapsaría y nos llevaría de regreso a la Edad de Piedra (ver **Figura 1**).

Figura 1. *Imagen Y2K.*

Fuente: Shutterstock (2024).

El Y2K, también conocido como el *"Problema del Año 2000"* o *"Error del Milenio",* se refiere a un problema informático que surgió debido a la forma en que muchas computadoras y programas de software representaban las fechas, básicamente es sistema binario de 0 y 1, pero representaba un problema grave tener dos 0 (Becker y McDonald, 2023).

En qué consistía:

1. *Representación de fechas:* Muchos sistemas informáticos usaban dos dígitos para representar el año. Por ejemplo, 1999 se representaba como 99, y 2000 se temía que se representara como 00, lo que podría ser interpretado como 1900.

2. *Fallas potenciales:* Se temía que esto causara errores en una amplia gama de sistemas, desde aplicaciones financieras y bancarias hasta sistemas de control de infraestructuras críticas como energía, agua y telecomunicaciones.
3. *Corrección:* Las empresas y los gobiernos realizaron extensas auditorías y actualizaciones de sus sistemas para corregir este problema antes de la llegada del año 2000.

Miedo de la sociedad

1. *Fallos en sistemas críticos:* Había preocupación de que sistemas cruciales, como los de energía eléctrica, telecomunicaciones, transporte y servicios financieros, pudieran fallar.
2. *Caos financiero*: Se temía que los errores en los sistemas financieros pudieran causar problemas como la incorrecta acreditación de pagos, errores en balances bancarios y la posible pérdida de datos.
3. *Seguridad nacional:* Había preocupaciones de que los sistemas de defensa y seguridad nacional podrían ser vulnerables, lo que podría comprometer la seguridad de los países.
4. *Preparaciones generalizadas:* Muchos gobiernos y empresas invirtieron grandes cantidades de dinero en auditorías y actualizaciones de sistemas para mitigar el problema. Algunas personas se prepararon como si fuera una catástrofe, almacenando suministros básicos como agua, alimentos y generadores de energía.

Ulrich Beck y su teoría de la "*Sociedad del riesgo*" también es relevante. Beck argumenta que vivimos en una sociedad cada vez más preocupada por la gestión de riesgos, muchos de los cuales son productos de nuestro propio desarrollo tecnológico. El Y2K ejemplifica cómo los riesgos tecnológicos pueden provocar respuestas sociales significativas, ya que la sociedad intenta anticipar y mitigar posibles catástrofes.

Era más el miedo a lo que se decía que podía suceder que a lo que realmente estaba ocurriendo. La desinformación jugó un papel importante, elevando el miedo a niveles de histeria colectiva. Al final, no

sucedió nada de lo que se temía, pero lo que siguió siendo una tendencia fue el creciente temor al avance tecnológico. Este avance ha sido tan rápido y relevante en la vida diaria de las personas que muchos se sienten atropellados por él. Algunas personas temen el desplazamiento de sus profesiones por máquinas, y más recientemente, por el desarrollo de la inteligencia artificial, que continúa generando incertidumbre y preocupación en diversos sectores de la sociedad.

Hoy en día, pasa algo similar en lo que al miedo tecnológico se refiere. Si bien se piensa que se había aprendido de fenómenos tecnológicos como el Y2K para manejar la evolución rápida y constante de las tecnologías, no fue así. La inteligencia artificial, hoy en día, sufre diferentes miedos sobre lo que puede hacer y cómo afectará nuestras vidas. La mayoría de las personas no se informa adecuadamente y piensa más en el uso que se le da a la tecnología que en quién la usa. Es importante entender que, si se ve como un arma, hasta las armas deben racionalizarse en que no cumplen su propósito por sí solas, sino dependiendo de quién las usa y el uso final que se les da. La inteligencia artificial, al igual que cualquier otra herramienta, tiene el potencial de ser utilizada para el bien o para el mal, y es nuestra responsabilidad asegurarnos de que se utilice de manera ética y beneficiosa para la sociedad. Los miedos de la sociedad actual sobre la inteligencia artificial (IA) son variados y reflejan preocupaciones tanto sobre el impacto inmediato como a largo plazo de esta tecnología.

En qué consisten los nuevos miedos con la IA

Pérdida de empleos

- Automatización y sustitución laboral: Muchas personas temen que la IA pueda reemplazar trabajos humanos en una amplia gama de industrias, desde manufactura hasta servicios. La automatización de tareas y procesos puede llevar a una reducción significativa en el número de empleos disponibles, así como a una mayor desigualdad económica.
- Cambio en la naturaleza del trabajo: Aunque algunos trabajos pueden ser reemplazados, otros pueden ser transformados, re-

quiriendo nuevas habilidades y adaptaciones. Esto puede crear una brecha en la capacitación laboral y en la capacidad de los trabajadores para adaptarse.

Privacidad y vigilancia

- Recolección masiva de datos: La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos plantea preocupaciones sobre la privacidad. La recolección de datos personales por parte de empresas y gobiernos puede llevar a un monitoreo intrusivo y a la pérdida de privacidad individual. Como cuando ocurrió el hackeo masivo que desembocó en la revelación de *Cambridge Analytica,* donde se utilizaron los datos de *Facebook* y *Google* para perfilar personalidades, manipular emociones y emplear ingeniería social para generar tendencias políticas que favorecían a un solo sector (Amnistia Internacional, 2019). Este temor se intensifica cuando utilizamos la inteligencia artificial de forma constante con nuestros gustos, preferencias y dudas de manera más desarrollada (ver **Figura 2**).

Figura 2. *Ojo de IA.*

Fuente: AdobeFirefly (2024).

- Vigilancia estatal y corporativa: El uso de IA en sistemas de vigilancia puede resultar en un aumento del control y la vigilancia sobre los ciudadanos, afectando la libertad personal y los derechos civiles. Tema completamente relevante. Hace unos días, la Unión Europea legisló sobre la prohibición de la vigilancia en tiempo real de manera biométrica. Esta prohibición se postula como una forma efectiva para la seguridad de las personas en las actividades que realizan, especialmente en trámites gubernamentales y financieros (Carrillo, 2023). Sin embargo, la propuesta fue rechazada. En cambio, se optó por regular los sistemas y eliminarles atributos en sus funcionamientos, ya que se teme que el manejo de datos biométricos, los *deepfakes* o el mal uso de la imagen de las personas puedan generar un caos imposible de detener debido a la dificultad para diferenciar lo real de lo creado por una inteligencia artificial.

Seguridad y control

- Mal uso de la tecnología: Existen temores sobre el uso indebido de la IA para fines maliciosos, como la creación de armas autónomas, ataques cibernéticos, o la manipulación de información y propaganda.
- Fallos y errores: Los sistemas de IA pueden cometer errores que tengan consecuencias graves, especialmente en aplicaciones críticas como vehículos autónomos o sistemas de salud.

Desigualdad y concentración de poder

- Concentración de poder: El desarrollo y control de la IA están en gran medida en manos de unas pocas grandes empresas tecnológicas, lo que puede llevar a una concentración de poder y riqueza que amplíe la desigualdad social y económica.
- Acceso desigual a la tecnología: Las desigualdades en el acceso a la IA y sus beneficios pueden agravar las disparidades existentes entre países y comunidades. Lo cual se podría decir que

hay una desigualdad tecnológica. En *"La era de la informacion: la soceidad red"* la teoría de la brecha digital y el trabajo de Manuel Castells sobre la sociedad de la información destacan cómo las nuevas tecnologías pueden acentuar las desigualdades existentes, afectando el acceso y los beneficios de la IA en diferentes contextos sociales y económicos. Lo cual se verá reflejado sobre el desarrollo ya no solo académico, sino de vida de las personas que usan IA para sus vidas y las que no las usan, muchas no por sentir un rechazo a la Inteligencia artificial, sino, porque no pueden acceder a ellas por las condiciones materiales en las que se encuentran sus vidas.

Impactos éticos y morales

- Decisiones autónomas: La capacidad de los sistemas de IA para tomar decisiones de manera autónoma plantea preguntas sobre la ética y la moralidad de estas decisiones, especialmente cuando se trata de vidas humanas y situaciones morales o como en las escuelas que se abre el debate si las y los alumnos hacen bien en usar inteligencia artificial para hacer sus trabajos o mejor dicho apoyarse en ellas para hacerlo.
- Responsabilidad y atribución: En caso de que una IA cause daño o cometa errores, surge la pregunta de quién es responsable y cómo se deben abordar las cuestiones legales y éticas relacionadas con la toma de decisiones automatizadas.

Superinteligencia y riesgo existencial

- IA superinteligente: Algunos temen que el desarrollo de una IA superinteligente, que supera la inteligencia humana en todas las áreas, pueda representar un riesgo existencial para la humanidad. Este temor, a menudo discutido en el contexto de la teoría de la singularidad tecnológica, plantea preocupaciones sobre el control y la alineación de tales sistemas con los valores humanos o más popularmente, se cree que cuando se llegue a la singularidad, las maquinas optaran por erradicar la

vida orgánica, pero esto no es más que un reflejo de lo que los humanos como especia ha hecho con otras especies, llevando unas incluso a su extinción, como nuevos dioses creadores de vida, creemos que hacemos e inventamos para hacer y verse a nuestra imagen y semejanza, lo cual no es cierto (ver **Figura 3**).

Figura 3. *Terminator t800.*

Fuente: ***James*** Cameron (2024).

Miedo a lo nuevo

El ser humano ha demostrado tener un miedo inmediato a lo desconocido, comenzando por los fenómenos naturales que prefirió explicar cómo sucesos sobrenaturales o como resultado de actividades de deidades. Incluso, el nuevo conocimiento que iba creciendo constantemente amenazaba el orden de creencias establecido. En la era industrial, este miedo se convirtió en odio hacia las máquinas que les quitaban trabajo, sin poder darse cuenta de que el verdadero peligro residía más en el modelo económico capitalista que estaba surgiendo.

Hoy, en el nuevo milenio, el miedo a la tecnología, conocido como "tecnofobia", ha generado desconfianza hacia los avances tecnológicos. Esto incluye fábricas autónomas y procesos de producción automati-

zados que hacen más eficientes los procesos mismos. Más recientemente, en tan solo dos años, las inteligencias artificiales han llegado de lleno a las masas. Debido a su naturaleza de aprendizaje automático, han cambiado radicalmente la forma en que nos desenvolvemos profesionalmente, así como en la vida cotidiana y en la organización de nuestras actividades diarias. Nuevamente, nos enfrentamos a un tren imparable, evocando la pregunta filosófica: "¿Qué pasa cuando un objeto imparable se encuentra con un objeto inamovible?".

Este miedo presente en nuestras vidas tiene que ver con la forma en que nos informamos. Según Forbes, una red social como *TikTok* es la fuente de información predominante para el 44% de las personas entre 18 y 24 años (Zámarron, 2023). Esto indica que, antes de investigar cómo funcionan las tecnologías, quiénes las desarrollan y qué se puede hacer con ellas, dejamos la tarea de informarnos a personas que, en su mayoría, no muestran fuentes confiables y solo se guían por títulos alarmistas como *"La IA reemplazará los siguientes trabajos y profesiones"*.

Además, la falta de educación tecnológica adecuada en las escuelas y universidades contribuye a este miedo. Muchas instituciones educativas no han actualizado sus planes de estudio para incluir conocimientos esenciales sobre inteligencia artificial, automatización y otras tecnologías emergentes. Esto deja a las nuevas generaciones sin las herramientas necesarias para comprender y adaptarse a los cambios rápidos que se producen en el mundo laboral y en la sociedad en general.

Es crucial que cambiemos nuestra perspectiva hacia lo nuevo y lo desconocido. En lugar de temer a los avances tecnológicos, debemos enfocarnos en educarnos y entender cómo pueden ser utilizados para mejorar nuestras vidas y resolver problemas complejos. La tecnología tiene el potencial de crear nuevos empleos, mejorar la eficiencia y abrir oportunidades en campos que antes no existían.

El desafío está en cómo abordamos estos cambios. La colaboración entre gobiernos, empresas y el sector educativo es fundamental para asegurar que la transición hacia una sociedad más automatizada y digitalizada sea inclusiva y beneficiosa para todos. Al fomentar una actitud abierta y curiosa hacia la tecnología, podemos superar el miedo a lo nuevo y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece el futuro.

Conclusión

La inteligencia artificial llegó para quedarse y evolucionar. El alto apego que tenemos a los dispositivos electrónicos y la manera en que interactuamos con la tecnología en nuestra vida diaria hace que sea imposible ignorar la IA. Debemos replantearnos que no es solo lo que la IA puede hacer por sí sola, porque en realidad no puede hacerlo todo sin nuestra intervención. Es el uso que le damos todos a la IA lo que marca la diferencia en su impacto. Toda la información y contenido disponible en la red depende de lo que nosotros decidamos hacer con ella. Mientras estemos mejor preparados, actualizados y ampliemos nuestra cultura digital, así como nuestra capacidad de análisis, seremos mejores usuarios de la IA. Porque, si hay algo seguro, es que mientras mejor seas en la creación de *prompts* y en el manejo de herramientas tecnológicas, mayores oportunidades escolares, personales y laborales tendrás en este mundo digital en constante cambio.

Referencias Bibliográficas

Beck, U. (1986). *La sociedad del riesgo: Hacia una teoría de la modernidad*. Paidós.

Becker y McDonald, (Dirs). (2023). Time Bomb Y2K. HBO Documentary Films.

Carrillo, E (2023, 14 de junio). *Europa se opone a la vigilancia en tiempo real y comenzara a regular los sistemas de IA. Forbes.* https://www.forbes.com.mx/europa-se-opone-a-la-vigilancia-en-tiempo-real-y-comenzara-a-regular-los-sistemas-ia/

Castells, M. (1999). *La era de la información: La sociedad red*. Editorial Anagrama.

Amnistia Internacional. (2019, 24 de julio). *"El gran hackeo": Cambridge Analyticaes solo la punta del iceberg.* https://www.amnesty.org/es/latest/news/2019/07/the-great-hack-facebook-cambridge-analytica/

Rubio, I. (2019, 30 de diciembre). *"Efecto 2000: 20 años de terror informático que mantuvo al mundo expectante ante un posible colapso". El País.* https://verne.elpais.com/verne/2019/12/26/articulo/1577353315_282800.html

Zámarron, I. (2023, 14 de junio). *"Crece la influencia de TikTok como fuente de información entre los jóvenes". Forbes.* https://www.forbes.com.mx/crece-la-influencia-de-tiktok-como-fuente-de-informacion-entre-los-jovenes/#:~:text=12%3A51%20pm-,Crece%20la%20influencia%20de%20TikTok%20como%20fuente%20de%20informaci%C3%B3n%20entre,fuente%20de%20informaci%C3%B3n%20de%20actualidad.

CAPÍTULO XI

LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA HUMANIDAD

JUAN CAYETANO NIEBLA ZATARAIN[1]
JOSÉ GUADALUPE ROBLES HERNÁNDEZ[2]
XIOMARA PENÉLOPE ZALDÍVAR COLADO[3]
OSCAR LOZANO CARRILLO[4]

Introducción

La inteligencia artificial (IA) está emergiendo como una fuerza transformadora en nuestra sociedad, con un impacto cada vez más profundo en diversos ámbitos de la actividad humana. En este contexto, la introducción de sistemas de IA generativa, como *ChatGPT*, ha desencadenado cambios significativos en los sistemas en todos los campos, desde la educación y la atención médica hasta la economía y la seguridad (Özer, 2024). Estos avances tecnológicos han llevado a una interacción humano-máquina sin precedentes, creando un ecosistema de IA compuesto por sistemas sociotécnicos que están redefiniendo

[1] Profesor e Investigador, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán, Sinaloa, México.

[2] Profesor e Investigador, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán, Sinaloa, México.

[3] Profesora e Investigadora, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Culiacán, Sinaloa, México.

[4] 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.

nuestra vida cotidiana e incluso la cultura misma (Brinkmann y otros, 2023).

La rápida expansión de la IA plantea interrogantes cruciales sobre su impacto en la sociedad. La protección de datos y la privacidad se erigen como preocupaciones primordiales, ya que el desarrollo de estos sistemas por un número limitado de instituciones plantea riesgos potenciales en términos de control dentro del ecosistema de IA (Boyd y Crawford, 2012). Además, los sesgos presentes en los datos de entrenamiento de los sistemas de IA pueden perpetuar desigualdades existentes en la sociedad (Aquino, 2023; Ulnicane y Aden, 2023). La necesidad de que los sistemas de IA consideren valores éticos y morales es un tema de debate crucial, ya que su ausencia podría generar conflictos sociales y perpetuar prejuicios (Rahwan, 2018; Stahl, 2023).

La inteligencia artificial está revolucionando nuestra percepción del futuro a un ritmo vertiginoso. Hasta hace poco, imaginábamos el porvenir de manera lineal, basándonos en extrapolaciones de los avances tecnológicos existentes (Lozano Carrillo, 2024). Sin embargo, la irrupción de la IA generativa, como *ChatGPT,* ha acelerado exponencialmente el cambio tecnológico, transformando nuestra visión de lo que está por venir (Lozano Carrillo, 2024).

Esta aceleración tecnológica se manifiesta en la rápida adopción y difusión de nuevas herramientas de IA. Por ejemplo, *ChatGPT* alcanzó un millón de usuarios en tan solo cinco días, lo que demuestra la velocidad a la que se integran estas tecnologías en nuestras vidas (Silverio, 2024). Además, la capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y generar predicciones precisas ha introducido un elemento de incertidumbre y dinamismo en nuestra concepción del futuro (Lozano Carrillo, 2024).

La naturaleza confusa sobre el futuro en la era de la IA, se hace evidente en la rápida obsolescencia de conocimientos y habilidades. Lo que hoy es relevante puede quedar obsoleto en cuestión de corto tiempo. Esta velocidad de cambio nos obliga a adaptarnos continuamente y aprender de forma constante y poder reinventarnos, ante los nuevos desafíos que trae consigo la inteligencia artificial.

En este contexto, la IA se presenta como un arma de doble filo. Por un lado, ofrece oportunidades sin precedentes en campos como la medicina, la sostenibilidad y la educación (Carvalho y Ivanov, 2023; Ferri y otros, 2023; Kutela y otros, 2023; Lozano Carrillo, 2024), y por otro lado, plantea desafíos significativos, como el desplazamiento laboral, los sesgos algorítmicos y los riesgos para la privacidad y la seguridad (Hirsch, 2018; Lozano Carrillo, 2024; Marr, 2023; Pombo, 2023).

La IA está redefiniendo la relación entre humanos y máquinas, y su impacto en el futuro es innegable. Comprender y abordar los retos y oportunidades que presenta esta tecnología es esencial para asegurar un futuro beneficioso para la humanidad. La incertidumbre y el dinamismo que caracterizan esta nueva era nos obligan a reflexionar sobre cómo queremos utilizar la IA para construir un futuro más equitativo, sostenible y próspero.

Beneficios de la Inteligencia Artificial aplica en los Sectores

A medida que avanzamos hacia una era definida por la IA, es esencial abordar los desafíos y riesgos asociados con esta tecnología. La alfabetización en IA se vuelve fundamental para que todas las partes interesadas, desde estudiantes y educadores hasta profesionales de la salud y consumidores, comprendan tanto los beneficios como las limitaciones de la IA (Özer, 2024). Fomentar la colaboración entre investigadores, usuarios de tecnología y grupos afectados por la IA, es esencial para garantizar un desarrollo y una implementación responsables. Además, la creación de marcos legales y éticos sólidos es crucial para proteger los derechos humanos, la privacidad y la equidad en el uso de la IA (Uygur Ilkhan y otros, 2024).

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando nuestra comprensión del futuro, transformando lo que antes considerábamos predecible y estático en un panorama dinámico y en constante evolución (Lozano Carrillo, 2024). Esta revolución se debe en gran medida a la aceleración tecnológica y a la naturaleza efímera del futuro en la era de la IA. El vertiginoso ritmo de adopción de nuevas tecnologías, como lo demuestra el rápido crecimiento de *ChatGPT* a millones de usuarios

en pocos días, es un claro ejemplo de cómo la IA está remodelando nuestras interacciones y expectativas (Silverio, 2024).

En este contexto de cambio acelerado, la IA está penetrando en diversos sectores, redefiniendo procesos y creando nuevas oportunidades. En el turismo, por ejemplo, la IA impulsa la personalización de servicios y la automatización de la atención al cliente a través de *chatbots* como *ChatGPT* (Carvalho y Ivanov, 2023). En el comercio minorista, la IA está revolucionando la forma en que las empresas interactúan con los clientes y personalizan sus experiencias de compra (Stanciu y Rîndașu, 2021). Los *chatbots,* las recomendaciones personalizadas y las tecnologías de realidad aumentada mejoran la participación de este y optimizan las operaciones comerciales. Sin embargo, el uso de algoritmos de IA también plantea preocupaciones éticas, como la discriminación de precios y el posible impacto en la privacidad de los datos de los consumidores. Es fundamental que los minoristas adopten un enfoque ético en la recopilación y el uso de datos, garantizando la transparencia y el consentimiento informado de los usuarios. En el ámbito financiero, herramientas basadas en IA se utilizan para analizar riesgos y detectar fraudes de manera más eficiente (Ferri y otros, 2023). En el ámbito de la medicina, la IA está desempeñando un papel cada vez más importante en la mejora de la atención médica. Los sistemas de IA basados en aprendizaje automático y aprendizaje profundo se utilizan ampliamente en sistemas de imágenes, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, evaluación y planificación de riesgos, así como en educación e investigación (Uygur Ilkhan y otros, 2024). El desarrollo de modelos de lenguaje generativo como *ChatGPT,* ha profundizado aún más este impacto y transformación. Estos modelos permiten la creación de materiales educativos personalizados y aceleran el acceso a la información y ofrecen oportunidades para enriquecer los entornos educativos de la medicina (Boscardin y otros, 2024).

Sin embargo, la integración de la IA en la medicina también conlleva riesgos. Los sesgos en los datos de entrenamiento pueden afectar la equidad en la atención médica, y la falta de transparencia en los algoritmos puede generar desconfianza entre los profesionales de la salud y los pacientes (Uygur Ilkhan y otros, 2024). Además, la recopilación

y el uso de datos de salud plantean importantes preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad.

La educación es uno de los sectores que experimenta una profunda transformación debido a la IA. Los sistemas educativos se enfrentan al desafío de adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes del mercado laboral, impulsadas por la proliferación de la IA y la automatización (Acemoğlu y Restrepo, 2018; Frank y otros, 2019). Al mismo tiempo, la integración ética y efectiva de la IA en los sistemas educativos existentes plantea interrogantes complejas. La adopción generalizada de *ChatGPT* entre los estudiantes ha subrayado la urgencia de abordar tanto su uso efectivo como los riesgos potenciales (Özer, 2024). La IA está transformando la forma en que aprendemos, mediante plataformas adaptativas y la automatización de tareas administrativas (Kutela y otros, 2023).

Sin embargo, esta revolución tecnológica también plantea desafíos significativos. La velocidad del cambio tecnológico y la efímera relevancia de los conocimientos adquiridos nos obligan a adaptarnos y aprender de manera continua (Lozano Carrillo, 2024). Además, el uso de la IA plantea interrogantes éticos y sociales apremiantes, como el potencial desplazamiento laboral, los sesgos algorítmicos en la toma de decisiones y los riesgos para la privacidad y seguridad de los datos (Lozano Carrillo, 2024; Marr, 2023; Pombo, 2023). Es crucial abordar estos desafíos de manera responsable y ética para garantizar que la IA se utilice en beneficio de la humanidad y no en su detrimento.

En este contexto, la gestión del riesgo se vuelve fundamental. La IA puede ser una herramienta poderosa para analizar grandes volúmenes de datos y predecir posibles problemas éticos dentro de las organizaciones (Hirsch, 2018). Al identificar patrones de comportamiento y comunicación que podrían dañar la reputación de una empresa, la IA puede ayudar a prevenir crisis y garantizar una toma de decisiones más ética y transparente.

En última instancia, el futuro de la IA está entrelazado con el futuro de la humanidad. A medida que la tecnología continúa avanzando a un ritmo sin precedentes, debemos reflexionar sobre cómo queremos utilizarla para construir un futuro más equitativo, sostenible y beneficioso para todos. La colaboración entre investigadores, legisladores,

empresas y la sociedad en general, es esencial para garantizar que la IA se desarrolle y utilice de manera responsable, aprovechando su potencial para el bien común y mitigando sus riesgos potenciales.

Riesgos potenciales de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente nuestra sociedad y plantea tanto oportunidades como riesgos significativos. Si bien la IA tiene el potencial de mejorar la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones en diversas áreas, también plantea desafíos éticos, sociales y económicos. A continuación, se presenta un análisis de los riesgos futuros en la era de la IA, basado en la literatura académica relevante.

Uno de los desafíos más significativos es el sesgo algorítmico, ya que los algoritmos de IA pueden perpetuar y amplificar los prejuicios existentes en los datos con los que son entrenados (Lozano Carrillo, 2024). Esto puede tener consecuencias discriminatorias en áreas como la contratación laboral, la concesión de préstamos e incluso la justicia penal. Para mitigar este riesgo, es crucial implementar medidas que promuevan la transparencia y la equidad en el desarrollo y uso de algoritmos, así como garantizar una supervisión adecuada (Lozano Carrillo, 2024).

La privacidad y seguridad de los datos también son preocupaciones fundamentales en la era de la IA (Pombo, 2023). Los sistemas de IA recopilan y analizan grandes cantidades de datos personales, lo que plantea riesgos de violaciones de la privacidad y el uso indebido de la información (Stanciu y Rîndașu, 2021; Uygur Ilikan y otros, 2024). Es esencial establecer regulaciones y salvaguardas sólidas para proteger los datos de las personas y garantizar que la IA se utilice de manera ética y responsable. Esto implica implementar medidas de seguridad robustas, obtener el consentimiento informado de los usuarios y garantizar la transparencia en el uso de los datos.

La dependencia excesiva de la IA es otro riesgo por considerar. A medida que los sistemas de IA se vuelven más sofisticados, existe el peligro de que las personas confíen demasiado en ellos para tomar de-

cisiones importantes (Bariffi, 2024). Esto puede llevar a una disminución de la autonomía humana y la capacidad de pensamiento crítico. Es importante recordar que la IA es una herramienta y que las decisiones finales deben ser tomadas por humanos, teniendo en cuenta las implicaciones éticas y sociales.

Otro riesgo ético y social relevante es el desplazamiento laboral causado por la automatización de tareas (Marr, 2023). A medida que la IA se vuelve más sofisticada, es probable que un número creciente de trabajos sean realizados por máquinas, lo que podría generar desempleo y desigualdad, es decir, la IA se podría automatizar trabajos y desplazar a los trabajadores humanos. Es esencial abordar este desafío mediante políticas que fomenten la capacitación y la reconversión laboral, así como la creación de nuevos empleos que aprovechen las habilidades humanas complementarias a la IA. Los gobiernos y las empresas deben trabajar juntos para garantizar que los trabajadores puedan adaptarse a los cambios en el mercado laboral.

Las decisiones pueden ser sesgadas, ya que los sistemas de IA pueden entrenarse con datos históricos sesgados, lo que lleva a decisiones discriminatorias, además, puede existir pérdida de control, ya que estos sistemas podrían volverse tan sofisticados que escapen a nuestro control y comprensión.

La aceleración tecnológica es otro factor que define la era de la IA. Los avances en este campo ocurren a un ritmo vertiginoso, lo que dificulta la adaptación de la sociedad y las instituciones a estos cambios (Lozano Carrillo, 2024). Tecnologías como *ChatGPT* han alcanzado millones de usuarios en cuestión de días, lo que demuestra la rapidez con la que la IA se integra en nuestras vidas (Silverio, 2024). Esta aceleración plantea desafíos en términos de regulación, educación y desarrollo de habilidades para aprovechar al máximo el potencial de la IA.

La falta de transparencia de los sistemas de IA puede ser problemática. A menudo, los algoritmos de IA son complejos y difíciles de entender, lo que dificulta determinar cómo llegan a sus conclusiones (Uygur Ilikan y otros, 2024). Esto puede generar desconfianza y dificultar la rendición de cuentas en caso de errores o resultados perjudiciales. Es importante desarrollar sistemas de IA que sean más transpa-

rentes y explicables, para que las personas puedan comprender cómo funcionan y tomar decisiones informadas.

La concentración de poder en manos de unas pocas empresas que desarrollan y controlan la IA es un riesgo significativo. Esta concentración puede llevar a un desequilibrio de poder y a la posibilidad de que la IA se utilice para beneficio de unos pocos en detrimento de la mayoría (Özer, 2024). Es importante fomentar la competencia y la diversidad en el desarrollo de la IA, así como establecer regulaciones que garanticen que la IA se utilice para el bien común.

La naturaleza efímera del futuro en la era de la IA es una consecuencia directa de la aceleración tecnológica. Lo que hoy es relevante puede volverse obsoleto rápidamente, lo que exige una mentalidad de aprendizaje continuo y adaptabilidad (Lozano Carrillo, 2024). La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y generar resultados en tiempo real está cambiando nuestra forma de predecir y planificar el futuro, haciéndolo más incierto y dinámico.

Además de estos riesgos, la IA también plantea desafíos éticos en áreas como la guerra autónoma y la manipulación social. La posibilidad de que sistemas de IA tomen decisiones de vida o muerte en el campo de batalla sin intervención humana plantea dilemas morales complejos (Hirsch, 2018). Asimismo, el uso de algoritmos para manipular la opinión pública y difundir desinformación es una preocupación creciente en la era de las redes sociales.

El futuro de la IA está lleno de promesas y desafíos. Abordar los riesgos éticos y sociales, así como adaptarnos a la aceleración tecnológica y la naturaleza efímera del futuro, son tareas fundamentales para garantizar que la IA beneficie a la humanidad en su conjunto. La colaboración entre investigadores, legisladores, empresas y la sociedad civil es esencial para construir un futuro en el que la IA sea una herramienta para el progreso y el bienestar, y no una fuente de desigualdad y conflicto.

Hirsch (2018) propone que la IA puede utilizarse para mitigar sus propios riesgos, específicamente, sugiere realizar un análisis predictivo para identificar problemas éticos a través de herramientas de software, basadas en el aprendizaje automático que podrían escanear las

comunicaciones de los empleados para detectar palabras clave vinculadas a infracciones éticas. Esto podría ayudar a las empresas a identificar y abordar problemas antes de que se conviertan en crisis. Otra manera es la utilización de la teoría de juegos algorítmica para evaluar decisiones empresariales; esta teoría podría utilizarse para probar decisiones empresariales importantes y determinar si existen incentivos para un comportamiento poco ético. Esto podría ayudar a las empresas a modificar las decisiones para eliminar vulnerabilidades o implementar medidas de seguimiento adicionales.

Conclusiones

El advenimiento de la inteligencia artificial (IA) generativa está transformando rápidamente el panorama empresarial y laboral. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando e integrándose en diversas industrias, su impacto en la forma en que los trabajadores realizan sus tareas, roles y conexiones sociales es innegable. La era de la IA presenta una serie de riesgos que deben abordarse de manera proactiva y responsable.

El sesgo algorítmico, la pérdida de empleos, la privacidad y seguridad de los datos, la dependencia excesiva de la IA, la falta de transparencia y la concentración de poder, son desafíos importantes que requieren atención. Para mitigar estos riesgos, es crucial desarrollar algoritmos más equitativos, invertir en educación y capacitación, establecer regulaciones sólidas, fomentar la transparencia y, promover la competencia y la diversidad en el desarrollo de la IA. Solo mediante un enfoque ético y responsable, podremos garantizar que la IA se utilice para el beneficio de toda la humanidad.

El futuro en la era de la IA se vislumbra como un escenario de profundas transformaciones y avances en diversos ámbitos. La inteligencia artificial (IA) se posiciona como un motor de cambio que está redefiniendo las interacciones humanas, los modelos de negocios y la forma en que abordamos los desafíos sociales.

La percepción de los trabajadores sobre las capacidades de la IA y su impacto en el futuro del trabajo también juega un papel crucial. Si

bien la IA puede mejorar la eficiencia y la productividad, también puede generar temores sobre la posible pérdida de empleos y la obsolescencia de habilidades (Frey y Osborne, 2017). Es fundamental abordar estas preocupaciones a través de una comunicación transparente, capacitación y desarrollo de nuevas habilidades para los empleados.

En el ámbito de la medicina, la IA se perfila como una herramienta poderosa para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar los tratamientos y personalizar la atención médica (Uygur Ilikan y otros, 2024). Además, la IA está llamada a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de tecnologías de apoyo para personas mayores y con discapacidad, mejorando su calidad de vida y autonomía (Bariffi, 2024). No obstante, el uso de la IA en medicina también plantea preocupaciones sobre el sesgo algorítmico, la privacidad de los datos y la responsabilidad en la toma de decisiones médicas (Uygur Ilikan y otros, 2024).

En el ámbito de la educación, la IA promete revolucionar los métodos de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo oportunidades para la personalización, la retroalimentación adaptativa y el acceso a recursos educativos diversos (Özer, 2024). Sin embargo, también plantea desafíos como la equidad en el acceso a la tecnología, la necesidad de una alfabetización en IA tanto para docentes como para estudiantes, y la integridad académica en un entorno donde la IA puede generar contenido (Özer, 2024).

El comercio minorista se encuentra en una encrucijada donde la IA puede potenciar la experiencia de compra en línea, mejorar la participación del cliente e impulsar las compras impulsivas (Stanciu y Rîndașu, 2021). No obstante, la recopilación y el uso de datos personales por parte de las aplicaciones de compra basadas en IA plantean importantes preocupaciones sobre la privacidad y la ética en el uso de la información del consumidor (Stanciu y Rîndașu, 2021).

En el ámbito de la atención social, la IA emerge como un actor clave en la transición hacia un modelo de cuidados más centrado en la persona y basado en la comunidad (Bariffi, 2024). La IA puede desempeñar un papel fundamental en la personalización de las tecnologías de apoyo, la automatización de tareas y la mejora de la comunicación y el apoyo social. Sin embargo, es esencial abordar los riesgos de discrimi-

nación algorítmica, la vigilancia masiva y la exclusión digital de ciertos grupos vulnerables (Bariffi, 2024), además, la IA está redefiniendo el mercado laboral y las habilidades necesarias para el futuro. A medida que se implementan nuevas tecnologías, la demanda de habilidades digitales y cognitivas complejas aumenta (Jaiswal y otros, 2022). Es fundamental que tanto los trabajadores como las organizaciones se adapten a estos cambios a través de la mejora de habilidades y la adopción de nuevas tecnologías.

En el ámbito de la gestión del patrimonio cultural, la IA generativa, como *ChatGPT,* está emergiendo como una herramienta poderosa con aplicaciones potenciales en diversas áreas, desde la digitalización y reconstrucción virtual hasta la interpretación de datos históricos y la creación de nuevas formas de expresión cultural (Spennemann, 2024). Sin embargo, también plantea desafíos importantes, como la autenticidad de los artefactos generados por IA, los sesgos en los datos y algoritmos, y la necesidad de garantizar la transparencia y la responsabilidad en el uso de la IA (Spennemann, 2024).

La IA generativa tiene el potencial de revolucionar la forma en que interactuamos con el patrimonio cultural, pero es fundamental abordar estos desafíos de manera ética y responsable para garantizar que esta tecnología se utilice en beneficio de la sociedad y no en detrimento de nuestro legado cultural.

En última instancia, el futuro en la era de la IA dependerá de cómo las organizaciones y los individuos aborden los desafíos y oportunidades que presenta esta tecnología. La colaboración efectiva entre humanos e IA, la gestión ética y responsable de la IA, y la inversión en el desarrollo de habilidades serán clave para garantizar que la IA se utilice de manera que beneficie tanto a las empresas como a los trabajadores.

Por último, el futuro en la era de la IA presenta un panorama prometedor pero complejo. La clave para un futuro exitoso radica en abordar los desafíos éticos, legales y sociales de manera proactiva y responsable. La colaboración entre investigadores, legisladores, profesionales y la sociedad en general será esencial para garantizar que la IA se utilice de manera equitativa, ética y en beneficio de toda la humanidad. La alfabetización en IA se convertirá en una habilidad fundamental para

navegar en este nuevo escenario y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA.

Referencias Bibliográficas

Acemoglu, D., y Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation, and work. In The economics of artificial intelligence: An agenda (pp. 197-236). University of Chicago Press. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24196/w24196.pdf

Aquino, G. (2023). ChatGPT y la inteligencia artificial en la educación superior: un análisis desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Campus Virtuales, 12*(1), 83-94.

Bariffi, F. (2024). Inteligencia artificial en el cuidado de ancianos: oportunidades, riesgos y consideraciones éticas. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad, 1*(1), 1-16.

Boscardin, C., Wang, Y., Yu, C., y Wu, D. (2024). ChatGPT for medical education: Opportunities, challenges, and future directions. *JMIR Medical Education, 10*, e45273.

Boyd, d., y Crawford, K. (2012). Critical questions for big data. *Information, Communication & Society, 15*(5), 662-679. https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878

Brinkmann, S., Friedrich, L., y Weinmann, M. (2023). Human-AI ecosystems in the age of generative AI: A sociotechnical perspective. Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-14.

Carvalho, A., y Ivanov, S. H. (2023). Tourists' acceptance of artificial intelligence in tourism services: A systematic literature review. *Journal of Hospitality and Tourism Technology, 14*(1), 78-102.

Ferri, G., Liu, L., y Stiglitz, J. E. (2023). Artificial intelligence, finance, and macroeconomics. NBER Working Paper 31109. National Bureau of Economic Research.

Frank, M. R., Autor, D., Bessen, J. E., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D. J., ... y Rahwan, I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 116*(14), 6531-6539. https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116

Frey, C. B., y Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change, 114,* 254-280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

Hirsch, P. B. (2018). Using artificial intelligence to address the ethical risks of artificial intelligence. *Business Horizons, 61*(3), 397-405.

Jaiswal, S., Garg, R., y Agrawal, A. (2022). Artificial intelligence-based human resource management: A systematic literature review and future research agenda. *International Journal of Manpower, 43*(5), 1141-1171.

Kutela, J., Mäkitalo-Siegl, K., y Wagstaff, M. (2023). Artificial intelligence in education: A scoping review. *Educational Technology Research and Development, 71*(3), 661-683.

Lozano Carrillo, J. (2024). ChatGPT y el futuro efímero: Reflexiones sobre el porvenir en la era de la inteligencia artificial. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), 27*(1), 13-28.

Marr, B. (2023). The artificial intelligence jobs race: Winning the war for talent in the age of AI. John Wiley & Sons.

Özer, Ö. (2024). The ChatGPT effect: Understanding the implications of large language models on education and research. *International Journal of Education and Development using ICT, 20*(1), 42-56.

Pombo, C. (2023). Inteligencia artificial y privacidad: El desafío de proteger los datos en la era digital. *Revista de Derecho, 44*(2), 157-182.

Rahwan, I. (2018). Society-in-the-loop: Programming the algorithmic social contract. *Ethics and Information Technology, 20*, 5-14. https://link.springer.com/article/10.1007/S10676-017-9430-8

Silverio, M. (2024). *ChatGPT: ¿Qué es y por qué todo el mundo habla de este chat de inteligencia artificial? Xataka.* https://www.xataka.com/basics/chatgpt-que-por-que-todo-mundo-habla-este-chat-inteligencia-artificial

Spennemann, D. H. R. (2024). Generative AI and cultural heritage: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Museum International, 76*(1-2), 11-23.

Stahl, B. C. (2023). *Artificial intelligence for a good society: A new social contract and ethical framework*. Routledge.

Stanciu, A. M., y Rîndașu, M. (2021). The role of artificial intelligence in shaping the future of retail. *Amfiteatru Economic, 23*(57), 636-651.

Ulnicane, I., y Aden, A. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *International Journal of Education and Development using ICT, 20*(1), 1-16. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Uygur Ilkhan, S., Temel, T., y Yildirim, O. (2024). The transformative impact of artificial intelligence in medicine: Current applications and future prospects. *Turkish Journal of Medical Sciences, 54*(3), 399-410.

CAPÍTULO XII

COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y MULTIPLICACIÓN DE CAPACIDADES CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FUTURO Y PERSPECTIVAS

EMILY NICOLE SILVA ESCAMILLA[1]

Introducción

La computación cuántica se presenta como una de las áreas más revolucionarias de la tecnología moderna. A diferencia de la computación clásica, que utiliza bits como la unidad básica de información (representando un 0 o un 1), la computación cuántica se basa en *qubits*, que pueden representar simultáneamente ambos estados debido a un fenómeno conocido como superposición (Nielsen y Chuang, 2010). Esta propiedad, junto con el entrelazamiento cuántico, permite que los ordenadores cuánticos procesen una cantidad de información exponencialmente mayor en comparación con los sistemas clásicos (Preskill, 2018).

La teoría cuántica, inicialmente desarrollada para describir el comportamiento de partículas subatómicas, ha encontrado un terreno fértil en la computación. Los algoritmos cuánticos, como el algoritmo de Shor para la factorización de números grandes (Shor, 1994) y el algoritmo de Grover para la búsqueda en bases de datos no ordenadas (Grover, 1996), han demostrado potenciales impresionantes que podrían superar ampliamente las capacidades de los ordenadores clásicos en ciertas tareas.

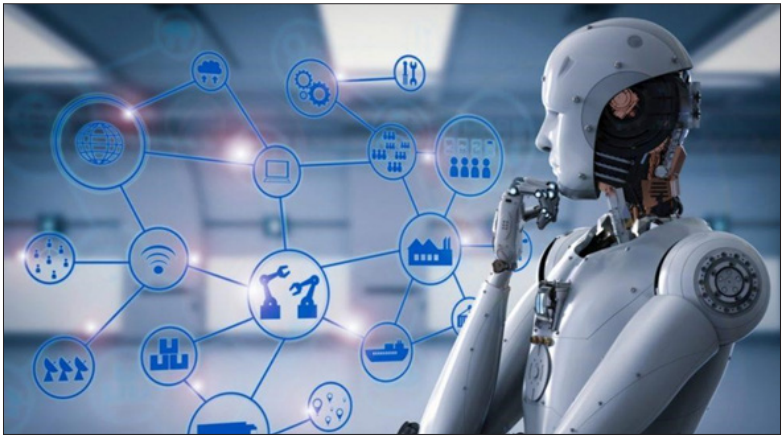
[1] Alumna de la Licenciatura en Ingeniería Metalúrgica, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Inteligencia Artificial: Multiplicador de Capacidades

La inteligencia artificial (IA), por su parte, ha sido un catalizador crucial para la innovación en las últimas décadas. Desde el aprendizaje automático *(machine learning)* hasta el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora, la IA ha transformado numerosas industrias, incluyendo la medicina, la finanza, la manufactura y el entretenimiento (Russell y Norvig, 2020). La IA permite a los sistemas aprender de los datos, identificar patrones y tomar decisiones con mínima intervención humana.

Las redes neuronales profundas, una subcategoría del aprendizaje automático, han llevado a avances significativos en áreas como el reconocimiento de imágenes y la traducción automática (LeCun y otros, 2015). La combinación de grandes cantidades de datos, mayor poder de cómputo y algoritmos avanzados ha hecho posible que la IA no solo automatice tareas repetitivas, sino que también realice análisis complejos y proporcione *insights* valiosos en tiempo real (ver **Figura 1**).

Figura 1. *Redes Neuronales Artificiales.*



Fuente: Prensa Reporte Latinoamérica (2023)

Convergencia de Computación Cuántica e Inteligencia Artificial

La intersección de la computación cuántica y la inteligencia artificial promete revolucionar aún más la tecnología. La computación cuántica tiene el potencial de abordar algunos de los mayores desafíos de la IA, especialmente en términos de procesamiento y optimización (Biamonte y otros, 2017). Los algoritmos cuánticos podrían mejorar significativamente la eficiencia de los modelos de IA, permitiendo análisis más rápidos y precisos, así como la resolución de problemas que actualmente están fuera del alcance de los ordenadores clásicos.

Por ejemplo, la optimización cuántica puede encontrar soluciones a problemas complejos de manera más rápida y eficiente que los métodos clásicos (Farhi y otros, 2001). Esto es particularmente relevante en áreas como la logística, donde la optimización de rutas y recursos es crucial. Asimismo, la computación cuántica podría mejorar la capacidad de las IA para procesar y analizar grandes volúmenes de datos, un componente esencial en el desarrollo de modelos predictivos y de aprendizaje profundo (Perdomo-Ortiz y otros, 2018).

Futuro y Perspectivas

El futuro de la computación cuántica y la inteligencia artificial está lleno de promesas y desafíos. A medida que la tecnología cuántica avanza, se espera que emerjan nuevas aplicaciones que transformen sectores enteros (Harrow y Montanaro, 2017). Sin embargo, hay importantes obstáculos que superar, incluyendo la estabilidad y escalabilidad de los *qubits,* así como la creación de algoritmos cuánticos que puedan integrarse eficazmente con las tecnologías de IA existentes (Aaronson, 2013).

La seguridad también es una preocupación importante. La capacidad de los ordenadores cuánticos para romper los métodos de cifrado actuales podría tener profundas implicaciones para la seguridad de la información (Mosca, 2018). Al mismo tiempo, la IA puede desempeñar un papel crucial en el desarrollo de nuevos métodos de cifrado y en la defensa contra amenazas cibernéticas avanzadas (Biamonte y otros, 2017).

En términos de impacto social y económico, la convergencia de estas tecnologías podría llevar a una mayor automatización y eficiencia, afectando el mercado laboral y la estructura económica global (Brynjolfsson y McAfee, 2014). La educación y la formación continua serán esenciales para preparar a la fuerza laboral para un mundo donde la tecnología cuántica y la IA son omnipresentes.

Fundamentos de la Computación Cuántica

Qubits y Superposición

En el corazón de la computación cuántica se encuentra el *qubit,* la unidad básica de información cuántica. A diferencia de los bits clásicos, que pueden estar en uno de dos estados (0 o 1), los *qubits* pueden estar en una superposición de ambos estados simultáneamente. Esta propiedad permite a las computadoras cuánticas procesar una gran cantidad de información en paralelo, lo que las hace potencialmente mucho más poderosas que las computadoras clásicas para ciertos tipos de cálculos (Nielsen y Chuang, 2010).

Entrelazamiento Cuántico

Otra propiedad clave de los *qubits* es el entrelazamiento cuántico. Cuando dos *qubits* están entrelazados, el estado de uno de ellos está intrínsecamente ligado al estado del otro, sin importar la distancia que los separe (Horodecki y otros, 2009). Esto significa que medir el estado de uno de los *qubits* entrelazados instantáneamente determina el estado del otro *qubit*. El entrelazamiento cuántico es crucial para muchas de las capacidades avanzadas de las computadoras cuánticas, incluyendo la transmisión de información cuántica y la corrección de errores cuánticos.

Puertas Cuánticas y Algoritmos

Las operaciones en una computadora cuántica se realizan mediante puertas cuánticas, que son análogas a las puertas lógicas en una computadora clásica. Sin embargo, las puertas cuánticas manipulan *qubits* en lugar de bits y pueden aprovechar las propiedades de superposición y entrelazamiento (Nielsen y Chuang, 2010). Los algoritmos cuánticos, como el algoritmo de Shor para la factorización de números grandes y el algoritmo de Grover para la búsqueda en bases de datos no estructuradas, demuestran el poder potencial de la computación cuántica.

Inteligencia Artificial: Una Breve Introducción

Aprendizaje Automático y Redes Neuronales

La inteligencia artificial es un campo amplio que incluye subdisciplinas como el aprendizaje automático (ML) y las redes neuronales. El aprendizaje automático se basa en algoritmos que permiten a las máquinas aprender de datos y mejorar su rendimiento con el tiempo. Las redes neuronales, inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, son un tipo específico de algoritmo de aprendizaje automático que ha demostrado ser especialmente efectivo en tareas como el reconocimiento de imágenes y el procesamiento del lenguaje natural (Goodfellow y otros, 2016) (ver **Figura 2**).

Aprendizaje Profundo

El aprendizaje profundo es una rama del aprendizaje automático que utiliza redes neuronales profundas, con muchas capas de procesamiento, para analizar y aprender de grandes cantidades de datos. Este enfoque ha llevado a avances significativos en campos como la visión por computadora, el reconocimiento de voz y la traducción automática. Sin embargo, el entrenamiento de redes neuronales profundas es computacionalmente intensivo y requiere una gran cantidad de recursos (LeCun y otros, 2015).

Figura 2. *Multiplicación de capacidades con IA.*

Fuente: ACFCS (2018).

Sinergia entre Computación Cuántica e Inteligencia Artificial

Aceleración del Aprendizaje Automático

Una de las formas más prometedoras en que la computación cuántica puede multiplicar las capacidades de la inteligencia artificial es acelerando el aprendizaje automático. Los algoritmos cuánticos pueden potencialmente realizar ciertos tipos de cálculos mucho más rápido que los algoritmos clásicos. Por ejemplo, la multiplicación de matrices, una operación fundamental en el entrenamiento de redes neuronales puede acelerarse significativamente utilizando algoritmos cuánticos (Lloyd y otros, 2014).

Algoritmos Cuánticos para IA

Varios algoritmos cuánticos han sido propuestos para mejorar el rendimiento de la IA. Entre ellos se incluyen:

- Algoritmo de Grover: Utilizado para acelerar la búsqueda en bases de datos no estructuradas, lo que podría mejorar la eficiencia de los modelos de aprendizaje automático.
- Algoritmo de QAOA *(Quantum Approximate Optimization Algorithm):* Aplicable a problemas de optimización, como el ajuste de hiperparámetros en modelos de aprendizaje automático.
- Algoritmo de HHL *(Harrow, Hassidim y Lloyd):* Un algoritmo cuántico para resolver sistemas de ecuaciones lineales, lo que podría acelerar la inferencia en modelos de aprendizaje automático (Harrow y otros, 2009).

Redes Neuronales Cuánticas

Las redes neuronales cuánticas son un área emergente de investigación que combina conceptos de redes neuronales con principios de la computación cuántica. Estas redes tienen el potencial de procesar información de manera más eficiente y resolver problemas que son intratables para las redes neuronales clásicas (Biamonte y otros, 2017). Aunque todavía están en una etapa inicial de desarrollo, las redes neuronales cuánticas podrían revolucionar campos como el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora.

Aplicaciones Potenciales

Medicina y Biotecnología

La combinación de la computación cuántica y la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la medicina y la biotecnología. Los modelos de IA pueden analizar grandes conjuntos de datos médicos para identificar patrones y predecir resultados de salud. Con la aceleración proporcionada por la computación cuántica, estos modelos pueden entrenarse y operar más rápido, lo que permite diagnósticos más rápidos y precisos, así como tratamientos personalizados (Cao y otros, 2020).

Finanzas y Economía

En el sector financiero, los algoritmos cuánticos pueden mejorar significativamente la gestión de carteras, la evaluación de riesgos y la detección de fraudes. Los modelos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, identificando patrones y oportunidades que serían invisibles para los métodos clásicos. La computación cuántica puede acelerar estos análisis, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa (Orús, Mugel y Lizaso, 2019).

Logística y Cadenas de Suministro

La optimización cuántica puede mejorar radicalmente la eficiencia de las cadenas de suministro y la logística. Los algoritmos cuánticos pueden encontrar las rutas más eficientes para el transporte de bienes, optimizar los inventarios y reducir los costos operativos. Combinados con modelos de IA que pueden predecir la demanda y gestionar el inventario, estos avances pueden transformar la forma en que operan las cadenas de suministro globales (Stollenwerk y otros, 2019).

Energía y Medio Ambiente

La computación cuántica y la IA pueden contribuir a la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles. Los algoritmos cuánticos pueden optimizar el diseño de paneles solares, mejorar la eficiencia de las baterías y desarrollar tecnologías de captura y almacenamiento de carbono más efectivas. Los modelos de IA pueden analizar grandes cantidades de datos ambientales para predecir el cambio climático y ayudar a mitigar sus efectos (Kadowaki y Nishimori, 1998).

Desafíos y Obstáculos

Desafíos Técnicos en Computación Cuántica

A pesar de su potencial, la computación cuántica enfrenta varios desafíos técnicos significativos. Mantener la coherencia de los *qubits* y evitar la decoherencia es un problema fundamental. La corrección de errores cuánticos es compleja y requiere recursos adicionales. Además, construir computadoras cuánticas escalables con un gran número de *qubits* es un desafío importante (Devoret y Schoelkopf, 2013).

Integración de IA y Computación Cuántica

La integración de la IA y la computación cuántica también presenta desafíos. Desarrollar algoritmos cuánticos que puedan superar a los algoritmos clásicos en tareas de IA no es trivial. Además, la implementación práctica de estos algoritmos requiere una infraestructura avanzada y una gran cantidad de recursos. La falta de estandarización y interoperabilidad en la tecnología cuántica también dificulta la integración (Aaronson, 2013).

Educación y Capacitación

El desarrollo y la implementación de la computación cuántica y la IA requieren una fuerza laboral altamente especializada. La educación y capacitación en física cuántica, informática y disciplinas relacionadas serán esenciales para preparar a la próxima generación de científicos e ingenieros. Las universidades y las instituciones de investigación deben jugar un papel clave en la formación de estos profesionales (Preskill, 2018).

Futuro de la Computación Cuántica y la IA

Avances Tecnológicos

A medida que la tecnología cuántica y la IA continúan avanzando, podemos esperar una serie de desarrollos significativos. La mejora en la estabilidad y el control de los *qubits* permitirá construir computadoras cuánticas más grandes y potentes. Los algoritmos cuánticos se perfeccionarán y adaptarán para aplicaciones específicas en IA. Además, la combinación de IA y computación cuántica permitirá el desarrollo de sistemas más inteligentes y capaces (Montanaro, 2016).

Impacto Social y Económico

El impacto de la computación cuántica y la IA en la sociedad y la economía será profundo. Estas tecnologías transformarán industrias enteras, desde la medicina hasta las finanzas y la energía. La automatización y la optimización impulsadas por la IA y la computación cuántica mejorarán la eficiencia y reducirán los costos. Sin embargo, también es probable que surjan desafíos éticos y sociales, como la privacidad y la seguridad, que deberán ser abordados (Brynjolfsson y McAfee, 2014).

Colaboración Internacional

El desarrollo de la computación cuántica y la IA requerirá una colaboración internacional significativa. Los avances en estas tecnologías se beneficiarán de la colaboración entre universidades, instituciones de investigación, gobiernos y empresas. La estandarización y la interoperabilidad serán clave para aprovechar al máximo el potencial de estas tecnologías (Harrow y Montanaro, 2017).

Conclusión

La combinación de la computación cuántica y la inteligencia artificial promete multiplicar nuestras capacidades y transformar numerosos

aspectos de nuestra vida. Desde la medicina y la biotecnología hasta las finanzas y la energía, las aplicaciones potenciales son vastas y diversas. A medida que superamos los desafíos técnicos y prácticos, nos acercamos cada vez más a un futuro en el que estas tecnologías revolucionarán la forma en que vivimos y trabajamos (Preskill, 2018).

El futuro de la computación cuántica y la IA es emocionante y lleno de posibilidades. Con una inversión continua en investigación y desarrollo, así como una colaboración global, podemos esperar que estas tecnologías impulsen avances significativos en nuestra capacidad para resolver problemas complejos y mejorar la calidad de vida en todo el mundo.

Referencias Bibliográficas

Aaronson, S. (2013). *Quantum Computing Since Democritus.* Cambridge University Press.

Biamonte, J., Wittek, P., Pancotti, N., Rebentrost, P., Wiebe, N., y Lloyd, S. (2017). Quantum machine learning. *Nature, 549*(7671), 195-202. https://doi.org/10.1038/nature23474

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.* W. W. Norton & Company.

Cao, Y., Romero, J., Olson, J. P., Degroote, M., Johnson, P. D., Kieferová, M., ... y Aspuru-Guzik, A. (2020). Quantum Chemistry in the Age of Quantum Computing. *Chemical Reviews, 120*(23), 11956-11985. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00803

Devoret, M. H., y Schoelkopf, R. J. (2013). Superconducting Circuits for Quantum Information: An Outlook. *Science, 339*(6124), 1169-1174. https://doi.org/10.1126/science.1231930

Farhi, E., Goldstone, J., Gutmann, S., y Sipser, M. (2001). Quantum Computation by Adiabatic Evolution. arXiv preprint arXiv:quant-ph/0001106.

Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.

Grover, L. K. (1996). A fast quantum mechanical algorithm for database search. In Proceedings of the Twenty-Eighth Annual ACM Sympo-

sium on Theory of Computing (pp. 212-219). https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/237814.237866

Harrow, A. W., Hassidim, A., y Lloyd, S. (2009). Quantum Algorithm for Linear Systems of Equations. *Physical Review Letters, 103*(15), 150502. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.103.150502

Harrow, A. W., y Montanaro, A. (2017). Quantum Computational Supremacy. *Nature, 549*(7671), 203-209. https://doi.org/10.1038/nature23458

Horodecki, R., Horodecki, P., Horodecki, M., y Horodecki, K. (2009). Quantum Entanglement. *Reviews of Modern Physics, 81*(2), 865. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.81.865

Kadowaki, T., y Nishimori, H. (1998). Quantum Annealing in the Transverse Ising Model. *Physical Review E, 58*(5), 5355. https://doi.org/10.1103/PhysRevE.58.5355

LeCun, Y., Bengio, Y., y Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature, 521*(7553), 436444. https://doi.org/10.1038/nature14539

Lloyd, S., Mohseni, M., y Rebentrost, P. (2014). Quantum Algorithms for Supervised and Unsupervised Machine Learning. arXiv preprint arXiv:1307.0411.

Montanaro, A. (2016). Quantum Algorithms: An Overview. npj Quantum Information, 2(1), 1-8.

Mosca, M. (2018). Cybersecurity in an Era with Quantum Computers: Will We Be Ready? *IEEE Security & Privacy, 16*(5), 38-41. https://doi.org/10.1109/MSP.2018.3761723

Nielsen, M. A., y Chuang, I. L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition*. Cambridge University Press.

Orús, R., Mugel, S., y Lizaso, E. (2019). Quantum Computing for Finance: Overview and Prospects. *Reviews in Physics, 4,* 100028. https://doi.org/10.1016/j.revip.2019.100028

Perdomo-Ortiz, A., Benedetti, M., Realpe-Gómez, J., y Biswas, R. (2018). Opportunities and Challenges for Quantum-Assisted Machine Learning in NearTerm Quantum Computers. *Quantum Science and Technology, 3*(3), 030502. https://doi.org/10.1088/2058-9565/aab859

Preskill, J. (2018). Quantum computing in the NISQ era and beyond. *Quantum, 2,* 79. https://doi.org/10.22331/q-2018-08-06-79

CAPÍTULO XIII

EL FUTURO DE LAS ORGANIZACIONES: IMPACTO DE LA IA EN EL CONTROL Y LA GESTIÓN

PABLO PAYRÓ CAMPOS[1]

Introducción

La importancia de la Inteligencia Artificial (IA) y el Control Organizacional (CO) ha aumentado, ya que ambas áreas impactan la eficacia organizacional mediante la transformación de la gestión y las operaciones. El presente trabajo presenta aspectos históricos, relaciones actuales y un análisis prospectivo de la influencia de la IA en el control futuro de las organizaciones. Además, se aborda el posible impacto en las personas involucradas en la organización.

El CO involucra una serie de mecanismos y procesos que despliegan las organizaciones para asegurar el cumplimiento de sus fines (generar valor) mediante la alineación de sus operaciones y recursos con la estrategia y sus objetivos. En el inicio, en el contexto de las primeras revoluciones industriales, el CO se conformó de sistemas para la supervisión directa y medición del desempeño laboral. De este modo, en la administración científica, los principios del control giraron en torno a la optimización de las tareas y la especialización del trabajo, con el objetivo de maximizar la productividad, la eficiencia y la estandarización (Taylor, 1911). En consecuencia, el CO en sus primeras etapas consistió en la supervisión directa y la medición del rendimiento laboral.

[1] Profesor Investigador de Tiempo Completo, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información, Cunduacán, Tabasco, México.

La evolución de las organizaciones hacia la mejora continua y el control de la calidad (Deming, 2018), requirió una visión holística de la gestión. Para ello, además de la supervisión y la corrección, se requirió la medición de indicadores de los procesos y productos, agregando complejidad a los sistemas de control. En la actualidad, la gestión del CO ha devenido en complejos sistemas, formales e informales, y requiere planificación, coordinación, supervisión y evaluación del desempeño (O'Brien y Marakas, 2011). En estas tareas intervienen las tecnologías de la información para apoyar a los tomadores de decisiones para recopilar y analizar datos en tiempo real con el fin de contar con información y responder oportunamente a las necesidades de la organización y para desplegar las operaciones de los procesos.

Con relación a la IA, mucho ha sucedido desde que el término fue acuñado por John McCarthy en 1956, durante la Conferencia de Dartmouth, donde se sentaron las bases para su investigación (McCarthy y otros, 2006). En casi 70 años, ha logrado que las máquinas sean capaces de realizar tareas características de la inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento, la percepción y la interacción; sin embargo, no siempre fue así, los primeros desarrollos, se centraron en algoritmos para el procesamiento de reglas simbólicas y en las décadas siguientes, avanzó en el desarrollo de técnicas para aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural.

En las décadas ochenta y noventa, la IA se vitalizó con la introducción de las redes neuronales y los algoritmos de aprendizaje profundo. Estos avances permitieron a las máquinas aprender y mejorar ya que coincidió con la disponibilidad de grandes volúmenes de datos disponibles en las organizaciones a través de las bodegas de datos, abriendo nuevas posibilidades para aplicaciones prácticas de la IA (Goodfellow y otros, 2016). La llegada de la Internet, la disponibilidad de la información compartida a través de ella, el aumento de la capacidad de cómputo y los algoritmos de aprendizaje profundo se conjuntaron para posibilitar que la IA se aplique exitosamente en casi todos los campos del quehacer humano, como la medicina, los negocios, la agricultura, la seguridad y el entretenimiento.

En el ámbito organizacional la IA permite automatizar tareas rutinarias, analizar grandes conjuntos de datos y tomar decisiones infor-

madas de manera más rápida y precisa. Según Brynjolfsson y McAfee (2014), la IA tiene el potencial para transformar las organizaciones a través de la innovación que deviene en nuevas formas de competencia mediante la mejora de la productividad y la eficiencia.

Relación entre la Inteligencia Artificial y el Control

La aplicación de la IA para desplegar los sistemas de control en las organizaciones aumenta exponencialmente la precisión y eficiencia de sus funciones, ya que los sistemas de información gerencial basados en inteligencia artificial pueden realizar análisis en grandes cantidades de datos en tiempo real, proporcionando a los gerentes la información precisa y oportuna que necesitan para tomar decisiones.

Una de las principales aplicaciones de la inteligencia artificial en CO es la vigilancia y el monitoreo del desempeño. Los sistemas de inteligencia artificial tienen la capacidad de monitorear y notificar el desempeño de los procesos y los empleados en tiempo real, así como identificar patrones y desviaciones que pueden no ser obvias. Esto les permite a las organizaciones intervenir proactivamente antes de que los problemas de desempeño se conviertan en una crisis (Davenport y Harris, 2017).

Con relación a la toma de decisiones automatizada, los algoritmos de IA son muy capaces de examinar grandes cantidades de información pasada y actual para proyectar el futuro y proporcionar recomendaciones concretas. Por ejemplo, en el contexto de la gestión de recursos humanos, la IA se puede utilizar para predecir el desempeño futuro de los empleados e incluso recomendar planes de desarrollo personalizados que pueden ser prescritos a los empleados (Bersin, 2018). Con respecto a la cadena de suministro, la IA puede usarse para optimizar la toma de inventario y las rutas de entrega en lo que respecta al costo y la eficiencia (Chui y otros, 2016).

Hay muchas ventajas de la IA en CO. Primero, mejora la precisión y eficiencia con menos errores humanos y, por lo tanto, capacidad de las organizaciones para llevar a cabo actividades de control de manera más oportuna y eficiente. En segundo lugar, la IA también permite el

análisis predictivo y prescriptivo de una manera que, según se informa, podría permitir a las organizaciones predecir y planificar problemas antes de que sucedan. Finalmente, la IA también está haciendo posible la adaptación y personalización de los sistemas de control, donde una organización puede desarrollar sus estrategias de control de acuerdo con su necesidad y el cambio en la situación también (Russell y Norvig, 2010).

Sin embargo, la relación entre la IA y el CO puede causar problemas. Las cuestiones de ética y privacidad son muy significativas ya que, en el proceso de aplicación de la IA, se necesita que el análisis de grandes cantidades de datos personales sea manejado. Se espera que las organizaciones cumplan con los estándares de privacidad y protección de datos con respecto a sus operaciones de IA y sean transparentes con sus operaciones de IA (Floridi y otros, 2018).

Otro aspecto de consideración es la adaptación organizacional y la resistencia al cambio. Cualquier cambio hacia la implementación de la IA generará miedo y sospecha por parte de los miembros de la organización, quienes tenderán a asustarse por la percepción de que están a punto de perder sus trabajos o que, en general, su naturaleza de trabajo cambiará por completo. Uno puede esperar razonablemente que las organizaciones gestionen este cambio con prudencia y ofrezcan la capacitación y el apoyo adecuados para permitir que las personas en la organización se acostumbren a los sistemas y procedimientos recién establecidos.

Por lo anteriormente expuesto, la IA tiene el potencial de revolucionar el CO en las organizaciones al hacer que los procesos sean más eficientes y efectivos, permitir análisis predictivos y prescriptivos, y permitir la adaptación y personalización de los propios sistemas de control; empero, las organizaciones también deben tener en cuenta los problemas de ética y privacidad y deben ser muy cuidadosas al aplicar el cambio para que puedan tomar ventaja de los beneficios de la IA en CO.

El Futuro del Control en las Organizaciones a través de la Inteligencia Artificial

Mirando hacia el futuro, la IA transformará radicalmente el CO en las organizaciones. En los próximos 50 años, no sólo podríamos ser testigos de una automatización completa de muchos procesos de control, con sistemas de IA avanzados que no solo monitorean y analizan datos, sino que también toman decisiones estratégicas de manera autónoma.

Así, la IA permitirá una integración más estrecha de los sistemas de control en la toma de decisiones estratégicas. Los sistemas de IA podrán analizar datos de múltiples fuentes y proporcionar recomendaciones detalladas para la planificación estratégica, la gestión de riesgos y la optimización de recursos (Agrawal y otros, 2018). La personalización y adaptación en tiempo real de los sistemas de control también será una característica clave del CO en el futuro. Esto permitirá a las organizaciones mantener un control eficaz incluso en entornos altamente dinámicos y volátiles (Brynjolfsson y McAfee, 2014).

El impacto de la IA en la estructura y cultura organizacional será significativo. Los roles y responsabilidades de los empleados cambiarán, con un mayor enfoque en la supervisión y gestión de los sistemas de IA, en lugar de en la ejecución de tareas rutinarias. Las competencias y habilidades requeridas también evolucionarán, con una mayor demanda de habilidades en análisis de datos, programación y gestión de IA. Además, la dinámica de poder y liderazgo podría cambiar, con un mayor énfasis en la colaboración y la toma de decisiones basada en datos (Westerman y otros, 2014).

En cuanto a los posibles escenarios futuros, podemos considerar tanto un escenario optimista como uno pesimista. En un escenario optimista, las organizaciones serán altamente eficientes y adaptativas, utilizando la IA para mejorar la productividad, la innovación y la satisfacción del cliente. En un escenario pesimista, podríamos enfrentar riesgos de deshumanización del trabajo, dependencia excesiva de la tecnología, problemas éticos relacionados con el uso de la IA y la vulnerabilidad de la sostenibilidad del planeta.

Se esperaría, en el contexto pesimista, la automatización completa de los procesos de control y de producción, materializando el desplazamiento del "factor humano" tan deseado desde los inicios de la administración. Las personas, serían objeto del monitoreo, trascendiendo éste hacia el exterior de las organizaciones. Diversas tecnologías como el reconocimiento facial y de la voz, así como, la capacidad de los sistemas para descubrir patrones, aparentemente caóticos, a partir de la actividad humana, posibilitarán con total eficacia identificar y valorar, en tiempo real, el comportamiento de las personas, como empleados y como ciudadanos.

El panorama, dada la experiencia del pasado, cuando suceden los cambios tecnológicos, estará compuesto de grandes transformaciones socioeconómicas y el ahondamiento de la brecha entre los que acceden a los beneficios y los que no pueden disfrutarlos.

Se generará una enorme centralización y concentración del poder en los que disponen de las tecnologías y facilitará la explotación de los más vulnerables, tomando en consideración que las personas ya no serán tan atractivas para generar valor en virtud de la disponibilidad de sistemas automatizados de producción. Mientras que pocos disfrutarán los beneficios, los excluidos, la mayoría, se enfrentarán al desempleo y a la precariedad.

Esto genera una preocupación mayúscula en el presente, ¿cómo se redistribuirá la riqueza en un futuro donde las máquinas automáticas e inteligentes lo resuelven todo? El conocimiento tácito, que ya estaba en posesión de las personas y por lo tanto fuente de poder humano, en el futuro será incrustado en las máquinas de una manera mucho más rentable y, en tiempo real, rastrearán las desviaciones en el funcionamiento para corregirse y, por lo tanto, no habrá pérdidas y la productividad será eficiente para satisfacer a los consumidores atendiendo sus expectativas rápidamente (Manyika y otros, 2017).

Así también, el efecto sobre el ecosistema y la sostenibilidad del planeta por la inclusión de tecnologías inteligentes traerá un cambio drástico en los patrones climáticos, lo que amenazará la existencia de la vida. Esto, ya en la actualidad, ha forzado al ser humano a mirar hacia el espacio exterior. En el futuro también, habrá una gran promoción de la exploración económica en el espacio exterior del planeta

que creará rivalidades entre las naciones que posean las potencialidades para ello.

Para avanzar hacia el futuro, debemos desarrollar regulaciones en torno a la IA de manera ética y responsable para que, a nivel organizacional, se puedan establecer estrategias éticas y responsables con respecto a adoptar la IA. Esto puede incluir el establecimiento de una política de uso clara, garantizando la transparencia y la responsabilidad, y manejando las cuestiones relacionadas con la seguridad y la privacidad. Las organizaciones también necesitarían formar y desarrollar habilidades en sus empleados para trabajar con sistemas de IA.

Conclusión

Como resultado, la interacción entre la IA y el CO tiene el potencial de cambiar drásticamente los aspectos fundamentales de las organizaciones. La IA tiene beneficios sustanciales en términos de precisión, eficiencia, capacidad de análisis predictivos y la habilidad de personalizar la implementación del sistema de control. Pero también presenta un número de riesgos y cuestiones éticas, de privacidad y de adaptación organizacional que necesitan abordarse de manera proactiva. Mirando al futuro, es de suma importancia para las organizaciones comprender el significado de la asociación y, además, estar listas para las innovaciones que se pueden esperar. Esto significaría una planificación ética en términos de la implementación de la IA, el hacer grandes inversiones en el aprendizaje y el desarrollo de habilidades, y el diseño de un marco regulatorio sólido. Esto ayudaría a las organizaciones a hacer el mejor uso de las ventajas que trae consigo la IA al CO y a superar con éxito los desafíos también.

Referencias Bibliográficas

Agrawal, A., Gans, J., y Goldfarb, A. (2018). Prediction machines: The simple economics of artificial intelligence. *Harvard Business Review Press*.

Bersin, J. (2023, 3 de noviembre). *HR technology market 2018: Disruption ahead.* https://joshbersin.com/2017/11/hr-technology-in-2018-ten-disruptions-ahead/

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies.* W. W. Norton & Company.

Chui, M., Manyika, J., y Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans—and where they can't (yet). *McKinsey Quarterly, 2016*(3), 22-35. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet

Davenport, T. H., y Harris, J. G. (2017). Competing on analytics: The new science of winning. *Harvard Business School Press.*

Deming, W. E. (2018*). Out of the crisis.* MIT Press.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... y Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines, 28*(4), 689-707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.

Manyika, J., Ramaswamy, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Bisson, P., y Ke, R. (2017). *Artificial intelligence: The next digital frontier? McKinsey Global Institute.* https://www.mckinsey.com/ru/~/media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/how%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/mgi-artificial-intelligence-discussion-paper.pdf

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., y Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine, 27*(4), 12-14. https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904

O'Brien, J. A., y Marakas, G. M. (2011). *Management information systems.* McGraw-Hill Education.

Russell, S., y Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach.* Prentice Hall.

Taylor, F. W. (1911). The principles of scientific management. Harper and Brothers.

Westerman, G., Bonnet, D., y McAfee, A. (2014). Leading digital: Turning technology into business transformation. *Harvard Business Review Press.*

CAPÍTULO XIV

EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN LA PLANEACIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE[1] EN MUNICIPIOS Y ALCALDÍAS EN MÉXICO

JORGE ALBERTO ROSAS CASTRO[2]
GABRIELA CAMACHO DEONICIO[3]

Resumen

En México, la planeación del desarrollo está regulada por los artículos 25 y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como las respectivas Constituciones Políticas de los Estados Libres y Soberanos de las 32 entidades federativas que conforman nuestro país. Las leyes secundarias en materia de planeación tanto federales como estatales complementan este marco normativo que es aplicable a los municipios y alcaldías de la Ciudad de México. Este amplio marco normativo en materia de planeación refleja el centralismo privilegiado y arraigado en México desde los tiempos de la colonia. Observamos que los órdenes de gobierno federal y estatal carecen de territorio, si bien el orden de competencias, ubica al gobierno federal como representante del federalismo, no por ello, la planeación del desarrollo de-

[1] Se considera desarrollo sustentable debido a que "expresa un desarrollo equilibrado desde los puntos de vista social y económico y su interacción con el ambiente. En tanto que desarrollo sostenible se refiere a un proceso con características económicas que le permite al sistema perdurar en el tiempo" (Rivera-Hernández y otros, 2017).

[2] Profesor investigador, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de Mécxico, México.

[3] Coordinadora Editorial, Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales (REMINEO), A. C, Ciudad de México, México.

biera iniciar con un diagnóstico de orden federal y no municipal o desde las alcaldías, poseedoras y responsables del territorio nacional, si el propósito es la sustentabilidad del desarrollo nacional, sin duda, éste debe iniciar identificando los diagnósticos estratégicos y prospectivos de la sustentabilidad de los municipios y las alcaldías, aprovechando la tecnología y los demostrados beneficios para la investigación y el análisis de grandes volúmenes de información de la inteligencia artificial.

Palabras clave: Planeación del desarrollo sostenible, municipio y alcaldías.

La aportación de este capítulo al libro, "El Futuro de la Inteligencia Artificial (IA)", parte de dos preguntas de investigación ¿Cuáles deben ser las características de un municipio o una alcaldía que utiliza la IA para impulsar su desarrollo sustentable? ¿Qué deben hacer los gobernantes de municipios o alcaldías para impulsar la planeación del desarrollo sustentable utilizando la IA? La aproximación a las respuestas a estas preguntas de investigación, provienen de la experiencia del autor en la elaboración de planes de desarrollo municipal, que ayudó a formular *Prompts* a la IA, considerando siempre como perspectiva de análisis la aplicación de la IA para promover el desarrollo sustentable de municipios y alcaldías, así como información de bibliografía especializada en desarrollo sustentable y Gestión para Resultados en el Desarrollo (GpRD), con la que se alimentó a la aplicación *Copilot BING*.

En consonancia con el concepto de sustentabilidad (en este capítulo se considera que la sostenibilidad está inmersa en la sustentabilidad), un municipio o alcaldía sustentable es aquel cuyo gobierno en colaboración con los ciudadanos, logra equilibrar el desarrollo económico, la justicia social y la protección del medio ambiente, fomentando la actividad económica sin agotar los recursos naturales ni comprometer el bienestar de las generaciones futuras. Es decir, que los gobiernos de municipios o alcaldías logran prosperidad a largo plazo sin sacrificar el bienestar de las personas ni del planeta. En el ámbito social, promueven la inclusión, la igualdad y la calidad de vida para todos los habitantes; y protegen el medio ambiente, restaurando el entorno natural reduciendo la huella ecológica.

Ámbitos de la planeación del desarrollo sustentable de municipios y alcaldías

Respondiendo a la primera pregunta ¿Cuáles deben ser las características de un municipio o una alcaldía que utiliza la IA para impulsar su desarrollo sustentable? Encontramos como respuesta que el futuro de la Inteligencia Artificial (IA) en la planeación del desarrollo sustentable de municipios y alcaldías en México promete transformar los territorios urbanos y rurales en espacios y comunidades sustentables, utilizando las herramientas de la IA, aplicándola por ejemplo, a la planificación urbana, a través de algoritmos y análisis de datos, optimizan la toma de decisiones en el diseño de entornos urbanos y la incorporación de tecnología para facilitar y mejorar las actividades primarias que se realizan en el ámbito rural.

Al respecto, TecnoFuturo[4] ofrece información sobre Nanotecnología, consistente en la utilización de nanosensores para mejorar la gestión de la energía, aplicaciones en biotecnología, robótica en obras y proyectos de gran escala, ciberseguridad, desarrollo de algoritmos, 5G y telecomunicaciones en los servicios de transporte, soluciones para detener y revertir el cambio climático, transformación de los espacios de oficinas, con la finalidad de generar ciudades más eficientes, sustentables e inclusivas.

Los beneficios de la aplicación de la IA en la planificación urbana pueden lograr la optimización del transporte público y la movilidad, realizar una gestión eficiente de recursos energéticos y reducción de emisiones; incidir en la seguridad ciudadana y la prevención de desastres naturales.

La capacidad de la IA para analizar enormes conjuntos de datos en tiempo real, facilitan la identificación de patrones y tendencias que los humanos podrían pasar por alto, permitiendo que la toma de decisiones de los gobiernos municipales y alcaldías conduzcan al respeto del

[4] Es una organización cuya visión es ser la principal fuente de información y análisis sobre tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, Robótica, 5G, y el Internet de las Cosas (IoT) para crear ciudades más eficientes, sustentables e inclusivas.

medio ambiente logrando que la prestación de servicios sea sustentable.

Gobernar los municipios y las alcaldías mediante una gestión sustentable a través de la IA, significa cuidar y restaurar el medio ambiente reduciendo la huella de carbono al lograr, por ejemplo:

- La mejora continua de la logística de operación en el manejo y la recolección de los residuos sólidos.
- Reducir el consumo de energía en las redes de electrificación, así como en el funcionamiento de los equipos de las plantas potabilizadoras y los cárcamos del drenaje.
- Sustituir el uso de consumibles evitando la impresión de documentos mediante la digitalización de los procesos y la comunicación en la administración pública municipal.

De ahí que la IA está siendo utilizada para garantizar la sustentabilidad a largo plazo, minimizando el impacto ambiental[5] al monitorear y gestionar el aprovechamiento de bienes comunes cuyo consumo es crítico como el agua, el suelo y la energía, pronosticando la demanda de recursos, identificando patrones de uso y optimizando su distribución.

Desafíos y oportunidades de la IA en los municipios y alcaldías

Los desafíos y oportunidades en la aplicación de la IA para la sustentabilidad de municipios y alcaldías consisten precisamente en la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos ambientales para entrenar modelos de IA con el fin de tomar decisiones más informadas, generando impactos en la reducción de emisiones de carbono, mejorar la calidad del aire y aumentar la resiliencia ante el cambio climático y la urbanización acelerada[6].

---

[5] https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sustentable/la-alianza-entre-inteligencia-artificial-y-desarrollo-sustentable/?_adin=132415900.

[6] https://tecnofuturo.net/inteligencia-artificial/ia-bien-social-aplicaciones-estan-cambian-

Otros desafíos en la implementación de la IA se encuentran: en el ámbito de la ética y el marco regulatorio que da soporte a la evolución de las ciudades inteligentes para la sustentabilidad, en la seguridad del procesamiento y almacenamiento de la información y la privacidad de datos personales; en la equidad de la atención a la ciudadanía, así como en el impacto económico y social que la administración pública tendrá en el largo plazo en el desarrollo de los municipios y las alcaldías.

Gobierno abierto, participación ciudadana e innovación social

El gobierno abierto y la participación ciudadana son otros ámbitos en los que la IA puede ayudar, mediante plataformas digitales que permiten involucrar a los habitantes en la planificación y gestión urbana. También en el territorio rural la IA es útil para construir infraestructura inteligente, como la incorporación de telecomunicaciones mediante sensores que formen una *red wifi/IoT*[7] al sustituir las lámparas que conforman el alumbrado público para facilitar a la ciudadanía el acceso a la información y la comunicación.

En el ámbito de la innovación social[8] en los municipios y alcaldías pueden crearse Oficinas de Transformación Inteligente del Territorio (OITT) en comunidades tanto urbanas como rurales, que procuren la colaboración y contribuyan a la identificación de carencias y necesidades, determinando la posibilidad de diseñar soluciones tecnológicas que aborden problemas sociales y mejoren la calidad de vida de los

do-mundo/Impacto medioambiental y social de las ciudades sustentables gracias a la IA.

7 El Internet de las cosas se refiere a sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas sin intervención humana. Desde bombillas de luz hasta dispositivos médicos, ropa inteligente y sistemas de ciudades inteligentes.

8 La innovación social es resolver una problemática común de un grupo de personas, adoptando y adaptando mediante la observación, la colaboración y la interacción social formas de trabajo y organización para la producción y la distribución de productos y servicios que genere una nueva situación de bienestar para los integrantes de la comunidad, creando vínculos directos entre la producción y el consumo, en una solución con visión global, desarrollada desde lo local, creando así un sistema distribuido de producción, es un modelo operando en una economía social que permite la coexistencia de diferentes economías, en el que todos salen ganando.

ciudadanos; asesorando también en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas adecuadas, desarrollando proyectos innovadores financiados por los gobiernos estatal o federal o la contribución de ambos, en áreas de economía, movilidad, medio ambiente, sociedad, bienestar y gobernanza.

Responsabilidad de los gobiernos municipales y de las alcaldías en el ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial es competencia local tanto de los municipios como de las alcaldías. El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, asigna la administración del territorio a los gobiernos municipales. En tanto que el artículo 122 de la Constitución Política de la Ciudad de México establece esta competencia a las alcaldías. Estas responsabilidades están reguladas más específicamente en las respectivas leyes orgánicas de los municipios de la Entidad Federativa correspondiente, así como en la Ley Orgánica de las alcaldías de la Ciudad de México, además de leyes que definen regulaciones en materia de planificación urbana, el uso del suelo, la gestión ambiental y la infraestructura.

El ordenamiento territorial incluye la obligación del cuidado y la preservación del ambiente, tanto en los territorios urbanos como en los rurales, de ahí que de acuerdo a la coordinación que debe haber en los órdenes de gobierno, federal, estatal y municipal, que, en el caso de la Ciudad de México como ya hemos visto incluye a las alcaldías y está normado por la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, estableciendo las normas básicas e instrumentos de gestión para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en todo el país; así también norma aspectos como la zonificación, reservas territoriales, regularización de la tenencia de la tierra, licencias y permisos para construcciones.

En este orden de ideas, también la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental, regula la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en todo el te-

rritorio nacional, además de contemplar medidas para la conservación de los recursos naturales y la mitigación del cambio climático.

Adicionalmente cada estado y municipio puede tener sus propias leyes y reglamentos específicos relacionados con el medio ambiente, el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano, como son por ejemplo, los planes de desarrollo municipal (PDM) o los planes generales de desarrollo (PGD) de las alcaldías, que abordan retos urbanos, ambientales, económicos y sociales, con una visión a largo plazo hasta el año 2040.

A la complejidad de gestión para el cumplimiento de estas competencias por los gobiernos municipales y de las alcaldías, establecida en el marco normativo antes identificado, se adiciona el hecho de que la planeación del desarrollo sustentable, debe considerar los límites del planeta Tierra, entendidos como la disponibilidad de bienes comunes que se ven afectados por el cambio climático de diversas maneras, principalmente a través de la alteración de los recursos naturales y sistemas ecológicos Manzini (2015).

De ahí que es indispensable considerar a los múltiples actores que participan en la solución de las complejas problemáticas sociales, culturales, económicas y políticas de los municipios y las alcaldías. Por ello, en los siguientes apartados, se da respuesta a la segunda pregunta de investigación de este capítulo: ¿Qué deben hacer los gobernantes de municipios o alcaldías para impulsar la planeación del desarrollo sustentable utilizando la IA?

Diagnóstico y comportamiento de las personas ante los Límites del planeta Tierra en la gestión sustentable del territorio de los municipios y las alcaldías

La complejidad de la planeación del desarrollo sustentable de los municipios y las alcaldías de México, descrita en los apartados anteriores, impuesta por la realidad medio ambiental y el cambio climático que enfrentamos, derivada de decisiones y actuaciones erradas, implementadas tanto por gobiernos como por empresarios y las personas en nuestro diario vivir, acumuladas en cientos de años y con más inciden-

cia en la afectación a la naturaleza a partir de la revolución industrial, la explosión demográfica y el crecimiento de las ciudades, y también, en el caso de México, entre muchos otros factores por el abandono del cultivo racional del campo y las actividades agropecuarias, de pesca y del sector primario en general; de un sector industrial despreocupado por el deterioro que causa al medio ambiente, el consumo exacerbado y prácticas inadecuadas de todo el sector servicios; la corrupción observada y documentada en la gestión del ordenamiento territorial y el uso del suelo; enfrenta según Manzini (2015) las dos formas de actuar de las personas (gobiernos y gobernados) que a continuación se mencionan.

En la primera forma de actuar, Manzini, describe el comportamiento negativo e irresponsable de las personas tanto en su actuación como empresarios, servidores públicos o en sus hogares como familia, al despreocuparse y desentenderse del cuidado y la preservación del medio ambiente donde laboran y habitan, incidiendo en la inestabilidad del ecosistema, causada por el uso inadecuado de los bienes comunes generados por el planeta Tierra, de forma irresponsable, las personas no hemos considerado sus limitaciones y el tiempo que requiere nuestro planeta azul para recuperar su equilibrio natural.

Esta comportamiento que lamentablemente es la situación dominante, da forma a estructuras económicas e institucionales que consideran que su continuidad es inevitable pasando por alto que es insostenible, por la diversidad de problemáticas que enfrentamos, por mencionar solo algunas, población envejecida[9], incremento de la eco-

[9] En un artículo publicado en la Gaceta de la UNAM https://www.gaceta.unam.mx/mexico-oficialmente-un-pais-envejecido/, se afirma que, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el segundo trimestre de 2022 residían en México 17 millones 958,707 personas de 60 años y más; es decir, 14 % de la población total del país. A medida que avanza la edad, el porcentaje disminuye: 30 % corresponde al rango de 70 a 79, y 14 % a aquellas de 80 años y más. Estas cifras nos colocan oficialmente como un país envejecido. Es importante reconocer que las personas mayores son sujetos de derecho a salud, educación, vivir libres de violencia y disfrutar de espacios recreativos. La expectativa de vida en México es de 72 a 74 años para los hombres y 76 a 77 años para las mujeres, aunque esta longevidad depende de diversos factores. La atención y planificación adecuadas son esenciales para que este grupo poblacional no represente un impacto negativo en los sistemas económicos, sanitarios y educativos del país.

nomía informal, integración cultural de inmigrantes, ciudades con asentamientos marginales e irregulares, autorización sin límite de construcción de edificios sin la capacidad suficiente para el abastecimiento de agua y el uso del drenaje, que provocan paradójicamente escasez de agua e inundaciones.

Un segundo comportamiento de las personas, que Manzini (2015), describe, es el reconocimiento de los límites de la tierra que se transforman en oportunidades. Espacios territoriales en donde viven y colaboran personas con comportamientos orientados a la cooperación en renovadas interrelaciones en transición en organizaciones civilizatorias sustentables, aprendiendo a convivir con una mejor calidad de vida. Se trata de personas que han logrado hacer compatibles el interés individual con el interés social y ambiental, acertando a conducir el trabajo, la educación, la investigación y los resultados hacia la sostenibilidad, coexistiendo en ambientes coordinados de mejoramiento ecológico y cuidado del entorno.

La IA puede ser útil para lograr este segundo comportamiento, facilitando el involucramiento de la comunidad, colaborando en la toma de decisiones en esquemas de gobernanza y contribuyendo a la transparencia, coadyuvando en las obligaciones de ordenamiento territorial que tienen los municipios y las alcaldías, en aspectos como: planificación urbana inteligente para analizar datos geoespaciales demográficos y de uso del suelo. Ayudando también a identificar áreas para desarrollo, zonas verdes, infraestructura y servicios públicos.

Los modelos de la IA pueden también predecir la demanda futura de viviendas, transporte y servicios, guiando la expansión y distribución equitativa de recursos. En el ámbito de la infraestructura la IA puede optimizar la ubicación de carreteras, redes eléctricas, alcantarillado y otros servicios, minimizando costos y maximizando eficiencia.

En el ámbito de la gestión de riesgos y desastres la IA puede evaluar riesgos en inundaciones y otros peligros como sismos, definiendo zonas seguras y determinando medidas preventivas. También la IA contribuye en el análisis de datos sobre la calidad del aire, agua y biodiversidad, facilitando la toma de decisiones para lograr la sustentabilidad.

La IA en la Planeación y Gestión para Resultados en el Desarrollo de municipios y alcaldías

Los desafíos ambientales y territoriales requieren el establecimiento de objetivos claros, medibles y alcanzables, así como diseñar estrategias y acciones específicas para lograrlos, mediante el seguimiento de estos pasos:

- Diagnóstico integral: evaluar las condiciones actuales del territorio, identificando áreas de riesgo, necesidades de infraestructura y recursos naturales. En esta tarea son indispensables, la utilización de algoritmos mediante el análisis predictivo de tendencias y necesidades futuras en el territorio.
- Definición de objetivos: Establecer metas específicas relacionadas con el ordenamiento territorial y la sostenibilidad ambiental.
- Diseño de estrategias: Desarrollar acciones concretas para lograr los objetivos, considerando aspectos como uso del suelo, movilidad, áreas verdes y gestión de residuos, evaluando escenarios hipotéticos y sus consecuencias en el ordenamiento territorial mediante la IA, que también puede optimizar la asignación de recursos.
- Indicadores y monitoreo: Definir indicadores para medir el progreso y evaluar el impacto de las estrategias implementadas, utilizando sistemas de información estadística y geográfica con datos almacenados en aplicaciones de IA, que faciliten la toma de decisiones informada.

Un aspecto fundamental en municipios y alcaldías metropolitanos que comparten fronteras en sus territorios, así como necesidades, ventajas comparativas y capacidades competitivas, es la colaboración interinstitucional, en la que la IA puede ayudar mediante:

- Intercambio de datos y conocimientos mediante plataformas de colaboración compartiendo buenas prácticas, investigaciones y experiencias.

- Análisis de datos de conjunto procesando información de diferentes fuentes.
- Identificación de patrones, tendencias y áreas de mejora, al combinar información de municipios y alcaldías de una misma región, realizando pronósticos de nuevos desarrollos.
- Gestión de emergencias y resiliencia evaluando y coordinando capacidades de respuesta.
- Plataformas de colaboración virtual para facilitar la comunicación entre equipos de diferentes instituciones, compartiendo también sistemas de gestión de proyectos.

IA e Innovación social

Para el desarrollo tanto sustentable como sostenible de los municipios y las alcaldías, la innovación social es indispensable, es una forma de abordar sus desafíos específicos y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, toda vez que la innovación social tiene la capacidad de resolver problemáticas comunes de grupos de personas, adoptando y adaptando soluciones propuestas por la comunidad diseñadas mediante la observación, la colaboración y la interacción social de formas de trabajo y organización, por ejemplo, para la producción y distribución de bienes y servicios que genere una nueva situación de bienestar para los integrantes de la comunidad.

La innovación social ayuda al aprovechamiento de las tecnologías, medios de comunicación y transmisión de la información, y, es en estas actividades donde la IA puede ayudar a mejorar y facilitar la colaboración entre los diferentes actores para encontrar soluciones conjuntas, toda vez que la innovación social y la innovación tecnológica son complementarias, ya que los avances tecnológicos, también exigen transformación del pensamiento y la voluntad de cooperación de las personas para abordar y solucionar los problemas sociales.

El uso adecuado de aplicaciones de la IA para la recopilación y el análisis de datos, posibilita grandes mejoras en la participación y el empoderamiento de las personas, para abordar los desafíos en comu-

nidades rurales, considerando por supuesto la ética en el manejo de la información y en la comprensión de las necesidades locales.

La innovación social facilita las conexiones y redes de personas, como agricultores, artesanos, educadores y líderes comunitarios, estableciendo alianzas con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, así como empresas para compartir recursos y conocimientos.

La IA puede coadyuvar en la formación y capacitación de las personas, facilitando el acceso a tecnología e información, el acceso a internet y dispositivos móviles para la impartición de cursos en línea y el desarrollo de contenidos en áreas como agricultura sostenible, tecnología y gestión de recursos naturales, utilizando plataformas de aprendizaje que personalicen la educación según las necesidades individuales.

Las aplicaciones de IA para la gestión de proyectos en colaboración, facilitan la cooperación en el diseño y presentación de proyectos para atraer apoyos financieros que coadyuven al desarrollo local, explorando modelos de financiamiento colectivo y comunitario. También para el emprendimiento y acceso a mercados, conectando productores locales con compradores y mercados, utilizando plataformas de comercio electrónico y recomendaciones personalizadas para impulsar las ventas.

Procesar y almacenar la información de la valorización de la cultura local, puede contribuir a preservar y difundir las tradiciones y conocimientos locales, fomentando la creatividad y la adaptación de soluciones basadas en la cultura y la historia de la comunidad.

No obstante, tanto la Innovación Social como la IA pueden enfrentar barreras culturales que afecten la adopción de tecnologías sobre todo en las zonas rurales o urbanas ubicadas en espacios marginados.

Por ello, es imprescindible el diseño de estrategias de aprendizaje individual y colectivo que reduzcan las posibilidades de fracaso de los planes de desarrollo sustentable, procurando erradicar la desconfianza y el desconocimiento de las personas en las nuevas tecnologías, no se trata de sustituir la cultura de las poblaciones rurales ni convertirlas en rurales, si su territorio tiene esta vocación, sino por el contrario, lograr que la IA conviva en los espacios y actividades comunes de la

población que habita en estos territorios, facilitando la recuperación de la naturaleza y los bienes comunes.

La IA generativa debe aprender que la transformación que se persigue, consiste en la recuperación de los ecosistemas, sumarse al cuidado de los bienes comunes, ayudando en la enseñanza de mejores prácticas de producción, distribución y consumo de lo indispensable para mejorar la calidad de vida. El aprendizaje de la IA debe mejorar prácticas de trabajo y no sustituirlas, aprender de los conocimientos ancestrales y no irrumpir en su utilidad.

El uso de las aplicaciones de la IA debe ayudar a la comprensión de las poblaciones más jóvenes la importancia de valorar lo tradicional, el uso de la IA debe estar orientado a mejorar las relaciones interpersonales, procurando la colaboración y facilitando la comunicación entre las personas fortaleciendo los lazos comunitarios.

Reconocer que el acceso al internet es un factor fundamental como la educación, y que la falta de esta posibilidad de obtener y utilizar información, es fundamental para lograr el desarrollo sustentable, es una carencia que coloca a las personas en desventaja y una condición de pobreza que puede considerarse como una discriminación y falta de inclusión social.

Disminuir la brecha digital que existe en las poblaciones rurales es una meta fundamental para contrarrestar el cambio climático y favorecer la recuperación de la naturaleza, así como el fortalecimiento y el acceso a los bienes comunes. Las tecnologías avanzadas deben utilizarse para lograr que las personas permanezcan en sus espacios naturales, aprovechando en forma racional y consciente los bienes comunes que tienen a su alcance, si la búsqueda del desarrollo continúa haciendo que las personas se trasladan a las ciudades y a los espacios urbanos, el desarrollo sustentable y sostenible se alejará de sus metas. En México existe territorio suficiente para una mejor distribución geográfica de la población, aprovechando y preservando de mejor manera los bienes comunes de los que disponemos. En este sentido, el uso correcto de la IA representa una gran oportunidad para mejorar sustancialmente el ordenamiento territorial.

Utilizar la IA para sustituir el trabajo manual y la artesanía, puede acelerar el desastre ecológico, la automatización debe tener límites, dejar sin empleo a millones de personas es un camino equivocado, es repetir incesantemente los errores del pasado ya vividos con la revolución industrial, se trata de la coexistencia pacífica y productiva de la humanidad con la IA, ponerla al servicio de la población. El cambio civilizatorio debe considerar los humanismos, deshumanizar los procesos productivos y de distribución de bienes y servicios, optando por los artículos, equipos y maquinaria desechables, es un camino inadecuado para el desarrollo sustentable y sostenible.

Referencias Bibliográficas

Bruce, D., Fadia, A., Isherwood, T., Marcati, C., Mitchell, A., Münstermann, B., Shenai, G., Vuppala, H. y Weber, T., (2023). Unlocking the potential of generative AI: Three key questions for government agencies. *McKinsey & Company*. *https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/unlocking-the-potential-of-generative-ai-three-key-questions-for-government-agencies*

Centro Municipalista para el Desarrollo [CMD]. (2021, 06 de septiembre). *Los Planes Municipales de Desarrollo Sostenible con Visión de Agenda 2030. https://cmdmexico.org/2021/09/06/los-planes-municipales-de-desarrollo-sostenible-con-vision-de-agenda-2030/*

Echave, J. (2020). *La Agenda 2030 y el desarrollo municipal sostenible.* Mexikuli. *https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/590381/Gu_a_Planes_Municipales_Sostenibles_VF.pdf*

Fundación Innovación Bankinter. (2023, 27 de febrero). *Los 'algoritmos verdes', problema y solución del desafío medioambiental. https://www.fundacionbankinter.org/noticias/inteligencia-artificial-sostenible/*

Gaceta UNAM. (2023, 28 de agosto). *México, oficialmente un país envejecido. https://www.gaceta.unam.mx/mexico-oficialmente-un-pais-envejecido/*

Gómez Macfarland, C. A. (2017). Los planes de desarrollo municipal en México y la participación ciudadana. Un análisis del marco jurídico. *Redalyc* (150), 1149-1177. *http://dx.doi.org/10.22201/iij.24484873e.2017.150.11836*

GOV.UK. (2019, 10 de junio). *Planning and preparing for artificial intelligence implementation. https://www.gov.uk/guidance/planning-and-preparing-for-artificial-intelligence-implementation*

Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan, una introducción al diseño para la innovación social.* Experimenta Libros, Colección THEORIA; Madrid, España. *https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-14886980-1e9050ca40.pdf*

moDS. (2023, 26 de julio). *Impulsando el Desarrollo Local Sostenible: Los ODS como Motor de Cambio. https://municipiods.com/desarrollo-local-sostenible/*

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2023). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/*

Ortiz Mejía, O. (2024). Tecnología y regulación: el desafío de los gobiernos locales frente a la IA. *Alcaldes de México 14*(171). *https://www.alcaldesdemexico.com/revista/innovacion/tecnologia-y-regulacion-el-desafio-de-los-gobiernos-locales-frente-a-la-ia/*

Rivera Hernández, J. E., Blanco Orozco, N.V., Alcántara Salinas, G., Pascal Houbron, E. y Pérez Sato, J.A. (2017). ¿Desarrollo Sostenible o Sustentable? La controversia de un concepto. *Revista de Posgrado y Sociedad, 15*(1). *https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1825*

Sostenibilidad para todos. (s.f.). *La alianza entre Inteligencia Artificial y desarrollo sostenible. https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/la-alianza-entre-inteligencia-artificial-y-desarrollo-sostenible/*

TecnoFuturo. (s.f). *La IA en la Planificación Urbana: Ciudades Inteligentes y Sostenibles. https://tecnofuturo.net/inteligencia-artificial/ia-planificacion-urbana-ciudades-inteligentes-sostenibles/*

UNESCO. (2021, 02 de marzo). *IA por el planeta: Destacando las innovaciones de la IA para acelerar su impacto. https://www.unesco.org/es/articles/ia-por-el-planeta-destacando-las-innovaciones-de-la-ia-para-acelerar-su-impacto*

Marco normativo

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (5 de febrero de 1917). *https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf*

Constitución Política de la Ciudad de México (05 de febrero de 2017). *https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/estatutos/CONSTITUCION_POLITICA_DE_LA_CDMX_10.pdf*

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (28 de noviembre de 2016). *https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU.pdf*

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (28 de enero de 1988). *https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf*

Ley Orgánica de las alcaldías de la Ciudad de México (04 de mayo de 2018). *https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2018/LEY_ORGANICA_ALCALDIAS_CDMX.pdf*

CAPÍTULO XV

DESAFÍOS EN LA REGULACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PROTECCIÓN DE DATOS: ALGUNOS PARALELOS ENTRE MÉXICO Y CHILE

CRISTIAN NOVA[1]
GUILLERMO RIVERA-AGUILERA[2]

La sociedad actual ha experimentado profundas transformaciones a partir del avance tecnológico, siendo cambios veloces y de gran impacto en la forma que las organizaciones y las personas interactúan, trabajan y toman decisiones (Hanelt y otros, 2020). La inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, la internet de las cosas (IoT), entre otras, son una muestra evidente de estos cambios que están en pleno apogeo (Atzori y Morabito, 2017).

La automatización de tareas, la robotización y los modelos de trabajo flexibles como el teletrabajo o el trabajo híbrido, han sido formas que la tecnología se ha adaptado a los desafíos de la sociedad actual, especialmente acentuado durante y posterior a la pandemia de COVID-19 (Rivera-Aguilera y otros, 2021). En la cotidianeidad, el uso de las tecnologías digitales ha modificado la forma de acceder a la información, realizar compras, comunicarse y hacer uso del tiempo libre. Plataformas de comercio electrónico, redes sociales y servicios de *streaming* como *Netflix, Amazon, Instagram* y *Mercadolibre* son ejemplos de esto, donde su auge y masificación cada vez requiere de menos tiempo para ser implementado en la sociedad (Lozano, introducción libro, 2024).

[1] Pisicólogo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

[2] Profesor-Investigador, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Dentro de este panorama, la IA se destaca como una de las innovaciones más influyentes de las últimas décadas en la optimización de procesos (Dwivedi y otros, 2019; Enholm y otros, 2021). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define a la IA como un "sistema computacional que, en función de objetivos explícitos o implícitos, infiere, a partir de los datos de entrada que recibe [o *prompts*], generar resultados tales como predicciones, contenidos, recomendaciones o decisiones que [pueden] influir en entornos físicos o virtuales. Los distintos sistemas de IA varían en sus niveles de autonomía y capacidad de adaptación tras la implementación" (OCDE, 2024, p. 6). También la IA es la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, aprender de ellos y lograr objetivos y tareas específicas mediante una adaptación flexible (Kaplan y Haenlein, 2019). Permitiendo así el desarrollo de teorías, métodos, algoritmos y aplicaciones para simular y ampliar la inteligencia humana mediante algoritmos (Deng, 2018).

Es así como el surgimiento de nuevas tecnologías orientadas al desarrollo social está fomentando gradualmente procesos de transformación social. Las herramientas basadas en IA no solo aceleran los procesos operativos, optimizando la eficiencia en múltiples sectores, sino que también permiten una personalización sin precedentes de productos y servicios. Sin embargo, la interacción entre humano-máquina no está exenta de desafíos y tensiones éticas, puesto que la IA para adaptarse a las complejas dinámicas sociales requiere tanto recopilar como analizar vastas cantidades de datos personales. Este proceso requiere otorgar permisos extensivos para el acceso y manejo de dicha información, lo cual plantea aprehensiones sobre la privacidad y seguridad de los datos.

El acceso a la información personal ofrece la ventaja de personalizar servicios tecnológicos a las necesidades particulares de cada usuario, desde el entretenimiento a servicios de salud o educación. No obstante, esta información bajo gestiones inadecuadas puede resultar en situaciones de abuso de poder y/o discriminación. Frente a esto, establecer un equilibrio entre la regulación de los recursos de la IA y la protección de datos personales debe ser un principio base de análisis,

considerando cómo estas tecnologías afectan a las estructuras sociales y las relaciones humanas.

Considerando lo expuesto, el presente capítulo explora sobre el uso de la inteligencia artificial en el manejo de datos personales y su regulación, así como las consideraciones éticas y la necesidad de una normativa adecuada tomando como ejemplo el caso de México y Chile. Para ello, se propone un recorrido del desarrollo de la IA en la gestión de información, destacando cómo se recopilan datos a través de técnicas de *Big Data*. A continuación, se examinará la regulación del uso de datos privados en la Unión Europea, y se realizará una comparación con la realidad de México y Chile. Finalmente, se concluirá con una reflexión sobre los desafíos presentes y futuros que implica la IA en el área de la protección de datos personales.

Desarrollo de la IA en la Gestión de Información

La IA como campo de estudio comenzó en la década de 1950 con la creación de los primeros algoritmos y la exploración de la lógica y la resolución de problemas. Durante este período, se desarrollaron los primeros sistemas expertos, diseñados para simular la toma de decisiones humanas en áreas específicas (Kaul y otros 2020). En ese entonces, la preocupación por la privacidad de los datos personales era limitada, ya que la cantidad de datos personales digitalizados era relativamente baja (Jenkins y otros, 2020).

Décadas más tarde, con la expansión de Internet y la digitalización masiva de información personal llevaron a la creación de grandes volúmenes de datos que, mediante algoritmos avanzados de IA como el aprendizaje profundo, permitieron la extracción y análisis de patrones complejos en grandes conjuntos de datos (Najafabadi y otros, 2015). Esta recopilación masiva de datos personales comenzó a suscitar preocupaciones sobre la privacidad y el uso ético de la información.

Actualmente, los modelos de aprendizaje basados en el uso de redes neuronales han revolucionado la forma de interacción con la tecnología y acceso a la información (Kruse y otros, 2016). Esta capacidad de procesamiento y análisis de datos ha permitido a organizaciones como

OpenAI, la creadora de *ChatGPT*, disponer de un incalculable patrimonio cultural de información, basado en la recopilación constante de datos de su base de usuarios. Sin embargo, el uso de estas tecnologías por las organizaciones no ha estado exento de polémica.

Al igual que *OpenAI*, gigantes tecnológicos como *Alphabet* (propietaria de *Google*) y *Meta* (anteriormente conocida como *Facebook*) se encuentran bajo el escrutinio público por la forma en que entrenan a sus modelos de inteligencia artificial, que subyace al 'capitalismo de vigilancia', un modelo de negocio centrado en la mercantilización de datos personales para obtener ganancias (Vardi, 2022).

De este modo, el patrimonio cultural de información acumulada de estas empresas se ha vuelto de un valor incalculable para el impulso de la IA. Sin embargo, éticamente se hace necesario encontrar un equilibrio entre el progreso tecnológico y la protección de los derechos de sus usuarios, para asegurar que los datos personales que se hacen uso sean usados bajo principios de respeto a la privacidad, autonomía de los individuos y transparencia de su funcionamiento.

Gran parte de los motores de IA son una 'caja negra' para el usuario, por la falta de claridad en los modelos complejos que subyacen a muchos algoritmos, especialmente en aquellos basados en redes neuronales profundas, como *ChatGPT* (Oh, y otros, 2017; Adadi y Berrada, 2018). Estos modelos, aunque producen resultados observables y útiles, son de una opacidad considerable en sus procesos internos, lo que impide la comprensión y explicación de cómo llegan a ciertas conclusiones en sus respuestas.

Estudios críticos asociados al Big Data

La complejidad matemática, así como el gran número de parámetros involucrados en el entrenamiento de estos modelos hacen que sea casi imposible desentrañar la lógica detrás de cada decisión. Además, la dependencia de grandes conjuntos de datos para el entrenamiento introduce variaciones y sesgos que no siempre son evidentes o fáciles de analizar. La ausencia de transparencia constituye una crítica fundacional a la implementación de modelos de IA, siendo los estudios críticos

asociados a la Big Data una respuesta a esto. Entendiendo a la Big Data como los mecanismos que recopilan información para entrenar a los modelos de IA; se establecen principios fundamentales que buscan cuestionar, analizar, regularizar los impactos de la recopilación y el uso masivo de datos. Algunos de estos principios son (ver **Tabla 1**):

Tabla 1. Principio de estudios críticos asociados a Big Data.

Transparencia y Responsabilidad	Se enfatiza la necesidad de transparencia en la recolección, procesamiento y uso de datos. Los organismos que recopilan información deben ser responsables de cómo manejan los datos y de las implicaciones de sus decisiones basadas en datos.
Privacidad y Seguridad	La protección de la privacidad de los individuos es un principio central. Los estudios críticos examinan cómo se pueden proteger los datos personales y garantizar la seguridad de la información recopilada.
Equidad y Justicia Social	Se analiza cómo el uso de la IA puede perpetuar o exacerbar desigualdades sociales. Los estudios críticos buscan formas de utilizar los datos para promover la equidad y la justicia social.
Ética y Moralidad	Se cuestionan las implicaciones éticas del uso de Big Data para entrenar los modelos de IA, incluyendo la toma de decisiones automatizadas y el impacto en la autonomía de los individuos.
Contextualización y Reflexividad	Reconocimiento que los datos recopilados por la Big Data no son neutrales y que su interpretación puede variar según el contexto. La reflexividad implica una autoevaluación constante de los métodos y enfoques utilizados en la investigación de la IA.
Interdisciplinariedad	Se promueve la colaboración entre diferentes disciplinas para abordar los complejos problemas asociados con la IA. Esto incluye la integración de perspectivas de la sociología, la filosofía, la informática, entre otras. Con la finalidad de comprender de qué forma se recopila la información mediante Big Data y se entrenan los modelos de IA.

Fuente: Kitchin y Laurialt, 2014; Illiadis y Russo, 2016; Becerra y Alurralde, 2017.

Tomando como referencia lo expuesto en la **Tabla 1**, establecer principios éticos y críticos son esenciales para abordar los estudios relacionados con Big Data y la recopilación masiva de datos para el en-

trenamiento de modelos de IA. En un contexto donde la dependencia de sistemas automatizados está en constante aumento, surgen importantes interrogantes sobre la sostenibilidad y la equidad en la toma de decisiones. Según Frank y otros (2019), esta creciente automatización amenaza con deshumanizar procesos que tradicionalmente han involucrado el juicio humano y consideraciones éticas.

En este sentido, adoptar una perspectiva crítica implica cuestionar y evaluar continuamente los supuestos subyacentes en la recopilación y el uso de datos masivos. Es crucial reconocer que los datos no son neutrales; están involucrados sesgos y pueden reflejar inequidades sociales preexistentes. (Mehrabi, y otros, 2019; Nadeem, 2022; Ferrara, 2023). Un ejemplo de esto es el 'Crédito Social Chino', un sistema basado en la IA que asigna un puntaje que determina el estatus de 'buen ciudadano', a partir del comportamiento que presentan sus 1300 millones de habitantes, recopilando macrodatos sobre su situación financiera, profesión, comportamiento en redes sociales, vía pública y hábitos de consumo. Esta información es registrada y conlleva a otorgar un puntaje que determina el acceso a beneficios sociales, salud, educación y financiero (*HR ONE*, 2019). Sin embargo, esta herramienta de IA promueve la discriminación y exclusión social, ya que beneficia a aquellos con altas calificaciones y penaliza a quienes obtienen puntajes bajos; así como la discriminación a minorías étnicas o personas con opiniones políticas disidentes, exacerbando divisiones y tensiones sociales (Maldonado, 2019).

Para evitar estos sesgos, se hace fundamental incorporar dimensiones éticas y políticas en la formulación de los algoritmos, planteándose auditorías regulares que aseguren la detección y corrección de estas situaciones. Del mismo modo, la transparencia en la toma de decisiones automatizadas permitirá despejar inquietudes en su desarrollo e implementación. Para ello, se hace necesario que las políticas públicas en la materia tomen mayor injerencia en su regulación. Así, la recopilación de datos masivos plantea desafíos éticos significativos, como la privacidad de los individuos, el consentimiento informado y la transparencia en el uso de los datos.

Es fundamental que los investigadores y desarrolladores de IA se adhieran a principios éticos robustos, protegiendo la confidencialidad

de los datos y garantizando que los sujetos comprendan y consientan el uso de sus datos. En este sentido, la existencia de marcos regulatorios de privacidad constituye la medida más eficaz para establecer límites adecuados, permitiendo que el desarrollo de estas tecnologías sea implementado de manera justa y responsable. Esto prioriza directrices en la protección de datos, privacidad y seguridad (Wheeler, 2023).

Marcos regulatorios de privacidad: El caso de la UE, México y Chile

A continuación, se presentarán tres casos sobre la implementación de marcos regulatorios de privacidad en diferentes regiones. Primero, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea (UE) y su impacto en la protección de datos personales. Luego, se analizarán experiencias en América Latina, con énfasis en México y Chile. En México, se discutirá la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. En Chile, se presentará la Ley sobre Protección de la Vida Privada y sus recientes propuestas de actualización. Finalmente, se establecerá una tabla (ver **Tabla 5**) comparativa de los tres casos.

Unión Europea

El Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés) de la UE entró en vigor el 25 de mayo de 2018, luego de 6 años de procesos de consultas y negociación entre diferentes partes involucradas, incluyendo gobiernos, organizaciones no gubernamentales, empresas y expertos en privacidad. Este fue aprobado en abril de 2016, dando a las organizaciones dos años para aplicar las medidas necesarias. Este reglamento establece un nuevo estándar global en cuanto a políticas de privacidad y protección de datos personales, teniendo como objetivo fortalecer y unificar la protección de datos para todas las personas dentro de la UE y la exportación de datos personales fuera de ésta. El GDPR introduce al menos seis principios y requisitos claves que se exponen a continuación (ver **Tabla 2**):

Tabla 2. Principios y requisitos del GDPR.

Consentimiento Claro y Explícito	Los organismos de gobierno, no gubernamentales y empresas deben obtener el consentimiento explícito y claro de los individuos antes de procesar sus datos personales. Esto significa que no se permite el uso de casillas pre-marcadas o de cualquier tipo de consentimiento implícito.
Derecho al Acceso	Las personas tienen el derecho de acceder a sus datos personales y a recibir información sobre cómo se están utilizando.
Derecho al Olvido	Las personas pueden solicitar que sus datos personales sean borrados cuando ya no sean necesarios para los propósitos que fueron recopilados o si el individuo retira su consentimiento.
Notificación de Brechas de Seguridad	En caso de una violación de la seguridad de los datos que pueda resultar en un riesgo para los derechos y libertades de las personas; los organismos involucrados en la recolección de datos sensibles deben notificar a las autoridades dentro de las próximas 72 horas de lo ocurrido.
Privacidad desde el Diseño y por Defecto	Los organismos involucrados en la recolección de información sensible deben incorporar medidas de protección de datos desde el inicio del diseño de sus sistemas y procesos. Esto con el fin de garantizar que solo se procesen los datos necesarios para cada propósito específico.
Multas y Sanciones	El GDPR impone multas para los organismos que recopilen información sensible que no cumplan con las directrices de privacidad. Éstas pueden alcanzar hasta el 4% de la facturación global anual de una empresa o 20 millones de euros, lo que sea mayor. Estas sanciones tienen la finalidad de ser proporcionales y disuasorias, asegurando que las empresas tomen en serio la protección de los datos personales y cumplan con las normativas establecidas.

Fuente: Tabla de elaboración propia, a partir de GDPR, 2018.

El GDPR ha tenido influencia a nivel global, ya que muchas empresas internacionales han tenido que adaptar sus prácticas de manejo de datos para cumplir con estos requisitos. Además, esta legislación de privacidad ha servido de modelo para regulaciones similares en otras latitudes del mundo.

México

Respecto al segundo caso, en México la protección de datos en el uso de la IA está regulada principalmente a través de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP), promulgada en 2010. Esta ley establece principios y obligaciones para el tratamiento de datos personales. Sus características claves son (ver **Tabla 3**):

Tabla 3. Principios regulatorios de la LFPDPPP.

Principios de Protección de Datos	La LFPDPPP establece principios básicos para el tratamiento de datos personales, como la licitud, el consentimiento, la información, la calidad, la finalidad, la lealtad, la proporcionalidad y la responsabilidad. Estos principios deben ser considerados en el desarrollo y uso de IA.
Derechos ARCO	Los individuos tienen derechos sobre sus datos personales, conocidos como derechos ARCO: *Acceso*: Conocer los datos tratados. *Rectificación*: Corregir datos que sean inexactos. *Cancelación*: Eliminar datos cuando no se traten conforme a la ley. *Oposición*: Oponerse al tratamiento de los datos recopiladas por alguna causa legítima.
Responsabilidad y Seguridad	La ley obliga a las organizaciones a implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger los datos personales y a ser responsables del tratamiento que se les da.
Autoridad de Supervisión	El Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI), organismo encargado de garantizar la transparencia y el acceso a la información pública, así como de proteger los datos personales en el país.
Responsabilidad y Sanciones	Se establecen sanciones de suspensión temporal de manejo de datos y multas aproximadas desde 500 hasta 160.000 dólares.

Fuente: elaboración propia a partir de la información presente en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, 2010.

Para adaptar la Ley a los nuevos desafíos que representa la IA, en 2018 el gobierno mexicano lanzó la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, la cual aborda diversos aspectos relacionados con la protección de datos y la ética en el uso de esta tecnología. Esta estrategia destaca la importancia de la ética, así como la gobernanza en el desarrollo y uso de la IA, subrayando la necesidad de proteger los derechos y la privacidad de las personas.

No obstante, a pesar de poseer estos marcos regulatorios, México enfrenta el desafío en la protección de datos en el contexto de la IA en la actualización y adaptación de sus normativas. La rápida evolución de la tecnología de IA requiere una actualización continua de las normativas existentes para asegurar que se aborden adecuadamente los nuevos riesgos y desafíos.

Chile

En el tercer caso, la necesidad de actualizar las políticas de privacidad de datos en relación con la implementación de la IA también se presenta en Chile. Este país enfrenta desafíos similares a los de otras naciones, ya que la adopción de modelos de IA cada vez más sofisticados requiere ir incorporando más información personal de sus usuarios.

La directiva que regula el tratamiento de datos personales en el país es la Ley N° 19.628 'Sobre Protección de la Vida Privada'. Esta ley establece cómo deben manejarse los datos personales por parte de organismos públicos y privados para garantizar la privacidad de las personas. Sin embargo, esta ley ha sido objeto de críticas por varios aspectos que se consideran insuficientes o desactualizados, especialmente a la luz de los avances tecnológicos y las nuevas normativas internacionales como el GDPR en Europa, al ser una Ley promulgada en 1999.

Además, la ley se enfoca principalmente en el tratamiento de datos personales en bases de datos manuales y automatizadas, pero no aborda de manera suficiente la protección de datos en el entorno digital, incluyendo redes sociales, aplicaciones móviles, y servicios en la nube. Aunque la ley otorga ciertos derechos a los individuos sobre sus datos

personales, estos no son tan amplios ni detallados como los previstos en normativas más modernas como el GDPR de la EU. Por ejemplo, la ley chilena no incluye explícitamente el derecho a la portabilidad de los datos o el derecho al olvido de manera clara y efectiva.

También, a diferencia de muchas jurisdicciones que han creado autoridades de control independientes para supervisar y hacer cumplir las leyes de protección de datos (como las agencias de protección de datos en la UE). Chile no tiene una autoridad independiente con poderes claros y efectivos para garantizar el cumplimiento de ésta. En efecto, la ley no establece de manera suficientemente clara los requisitos para la obtención de consentimiento informado de los individuos para el tratamiento de sus datos personales, ni obliga a las empresas a ser transparentes sobre cómo y para qué se usan estos datos.

En respuesta a esta situación, se ha propuesto la Política Nacional Chilena de Inteligencia Artificial (2024). Siendo un proyecto con más de 100 medidas, que busca guiar y regular el camino del país en el desarrollo y adopción de la IA. Algunos de sus puntos destacados son (ver **Tabla 4**):

Tabla 4. Principales medidas de la Política Nacional de Inteligencia Artificial en Chile.

Desarrollo de Talento y Capacitación	Implementación de programas educativos y capacitación para desarrollar habilidades en IA, tanto en el ámbito académico como en el profesional. Esto incluye la creación de nuevas carreras y cursos especializados en IA.
Investigación y Desarrollo (I+D)	Fomentar la investigación en IA mediante la financiación de proyectos innovadores y la creación de centros de excelencia en IA. El objetivo es impulsar la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías.
Ética y Regulación	Medidas para asegurar que el desarrollo y uso de la IA se realice de manera ética y responsable. Esto implica la creación de marcos regulatorios que protejan los derechos de los ciudadanos y promuevan la transparencia y la rendición de cuentas.

Aplicaciones en Sectores Estratégicos	Promover el uso de la IA en sectores clave como la salud, la educación, la agricultura y la industria. Estas aplicaciones buscan mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios en estos sectores.
Inclusión y Equidad	Implementar medidas para asegurar que los beneficios de la IA se distribuyan de manera equitativa y que no se perpetúen desigualdades existentes. Esto incluye iniciativas para promover la diversidad en el desarrollo de tecnologías de IA.

Fuente: elaboración propia a partir de la información presente en la Política Nacional Chilena de Inteligencia Artificial (2024).

Estas medidas buscan impulsar el desarrollo tecnológico y posicionar al país como un líder en el desarrollo y adopción de tecnologías de IA de manera ética y beneficiosa para toda la sociedad, impulsando el desarrollo económico y social (Ministerio de Ciencias, Tecnología, conocimiento e información, 2024).

A modo de resumen y para efectos prácticos, se presenta la **Tabla 5** comparativa que sintetiza lo planteado sobre el manejo de la regulación de datos privados en la UE, México y Chile (**Ver Tabla 5**):

Tabla 5. Comparativa sistemas de legislación en la protección de datos privados.

Aspecto	Unión Europea (GDPR)	México (LFPDPPP)	Chile (Ley 19.628)
Legislación Principal	Reglamento General de Protección de Datos (GDPR)	Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP)	Ley sobre Protección de la Vida Privada (Ley 19.628)
Fecha de Implementación	25 de mayo de 2018	5 de julio de 2010	28 de agosto de 1999

Aspecto	Unión Europea (GDPR)	México (LFPDPPP)	Chile (Ley 19.628)
Autoridad de Supervisión	Autoridades de protección de datos de cada estado miembro, coordinadas por el Comité Europeo de Protección de Datos (EDPB) (Autoridad Robusta con alta capacidad resolutiva)	Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) (Autoridad Robusta con limitada capacidad resolutiva)	Consejo para la Transparencia (CPLT) (Autoridad limitada con baja capacidad resolutiva)
Alcance Geográfico	Aplica a todos los estados miembros de la UE y a cualquier entidad que procese datos de residentes de la UE	Aplica a todas las entidades que procesan datos personales en México	Aplica a todas las entidades que procesan datos personales en Chile
Derechos del Titular	Acceso, rectificación, cancelación, oposición (ARCO), portabilidad, limitación del tratamiento, y derecho al olvido	Acceso, rectificación, cancelación y oposición (ARCO)	Acceso, rectificación, cancelación y oposición (ARCO)
Consentimiento	Debe ser libre, específico, informado e inequívoco	Debe ser libre, específico, informado y con pleno conocimiento	Debe ser libre, informado y con pleno conocimiento
Multas por Incumplimiento	Hasta 21 millones de USD o el 4% de la facturación anual global, lo que sea mayor. (alta capacidad disuasiva)	Hasta 1,9 millones de USD (mediana capacidad disuasiva)	Hasta 40 mil USD. (baja capacidad disuasiva)
Transferencia Internacional de Datos	Permitida solo a países con un nivel adecuado de protección o mediante garantías adecuadas (p. ej., cláusulas contractuales estándar)	Permitida con el consentimiento del titular o en casos establecidos por la ley	Permitida con el consentimiento del titular o si el país de destino ofrece un nivel adecuado de protección (no se establece criterios definidos de protección).

Aspecto	Unión Europea (GDPR)	México (LFPDPPP)	Chile (Ley 19.628)
Notificación de Brechas de Seguridad	Obligatoria dentro de las 72 horas a la autoridad de protección de datos y a los individuos afectados si hay alto riesgo para sus derechos y libertades	Obligatoria a los individuos afectados y, en algunos casos, a la autoridad de protección de datos	No obligatoria, pero recomendada

Fuente: elaboración propia con base en el Reglamento General de Protección de Datos, 2018; Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, 2010; Ley sobre Protección de la Vida Privada (Ley 19.628), 1999.

Conclusiones

La inteligencia artificial llegó para quedarse, por ello, es imperativo que se establezcan normas y protocolos adecuados para evitar riesgos que puedan perjudicar el bienestar de la sociedad en materia de protección de datos. A lo largo de este capítulo exploramos sobre el uso de la IA en el manejo de datos personales y su regulación tomando como ejemplo el caso de México y Chile.

Para enfrentar este desafío de la protección de datos a escala global, el futuro de la IA debe equilibrar la innovación tecnológica con la responsabilidad social y ética, asegurando que los próximos desarrollos contribuyan positivamente al bienestar social y al progreso sostenible. En esta línea, los organismos gubernamentales, no gubernamentales y empresas que hacen uso de la información personal deben adoptar un enfoque reflexivo respecto a la implementación de la IA en distintas realidades locales. También consideramos relevante, la necesidad de profundizar en la experiencia latinoamericana como centro de estudio en torno a la inteligencia artificial. En esta línea y en función de lo expuesto a lo largo de este capítulo se hacen importante el desarrollo de las siguientes temáticas:

En primer lugar, se debe analizar cómo la adopción de tecnologías de IA está afectando las condiciones laborales, el empleo y la calidad de vida de las personas. Estas variables asociadas a la productividad de la sociedad tienen una clara relación con la producción de datos personales y su regulación.

En segundo lugar, y tal como hemos señalado, se hace necesario desarrollar y evaluar marcos y protocolos para la integración ética de la IA, abarcando la creación de guías prácticas, políticas de transparencia y mecanismos de rendición de cuentas. Si bien existen avances en los documentos presentados en el apartado anterior, es crucial seguir investigando, haciendo seguimiento sobre cómo estos enfoques jurídicos a medida que la tecnología evoluciona se van implementando en la sociedad.

En tercer lugar, se hace importante considerar cómo la implementación de estas tecnologías puede amplificar desigualdades existentes o crear nuevas formas de discriminación y exclusión que es algo tan propio de las realidades Latinoamericanas. Por lo mismo, en cuanto a los organismos involucrados en procesos de manejo de información privada, es importante examinar cómo pueden equilibrar la adopción de nuevas tecnologías con sus responsabilidades sociales y éticas.

En función de lo expuesto, la participación activa de los distintos actores involucrados, la capacitación continua y consultas ciudadanas, así como el diálogo con expertos en ética y derecho pueden ayudar a mitigar estos riesgos. En términos organizacionales se hacen necesarios estudios sobre la sostenibilidad a largo plazo, la ética empresarial y la responsabilidad social corporativa. Especialmente, se debe investigar cómo la IA está reconfigurando las estructuras, procesos y culturas organizacionales.

Finalmente, el hecho de abordar estas temáticas desde una perspectiva interdisciplinaria que integre conocimientos de áreas como la sociología, la economía, la filosofía, la psicología y las ciencias de la administración, permitirá proporcionar una comprensión holística de los desafíos y oportunidades que la IA presenta para el manejo de datos personales en México y Chile.

Referencias Bibliográficas

Adadi, A., y Berrada, M. (2018). Peeking Inside the Black-Box: A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI). *IEEE Access, 6,* 52138-52160. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052.

Atzori, L., Iera, A., y Morabito, G. (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks, 56,* 122-140. https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004.

Becerra, G., y Alurralde, J. (2017). Big data y data mining: Un análisis crítico acerca de su significación para las ciencias psicosociales a partir de un estudio de caso.

Deng, L. (2018). Artificial Intelligence in the Rising Wave of Deep Learning: The Historical Path and Future Outlook [Perspectives]. *IEEE Signal Processing Magazine, 35,* 180-177. https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2762725.

Dwivedi, Y., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., y Coombs, C. (2019). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002

Enholm, I., Papagiannidis, E., Mikalef, P., y Krogstie, J. (2021). Artificial intelligence and business value: A literature review. *Information Systems Frontiers, 24*, 1709-1734. https://doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w

Ferrara, E. (2023). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. *ArXiv, abs/2304.07683*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.07683

Frank, M., Autor, D., Bessen, J., Brynjolfsson, E., Cebrián, M., Deming, D., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., Wang, D., Youn, H., y Rahwan, I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116*, 6531-6539. https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116

Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., y Antunes, C. (2020). A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. *Journal of Management Studies.* https://doi.org/10.1111/JOMS.12639.

HRONE. (2023, 19 de abril). Potente sistema de crédito social de China: una guía en 2023.

Iliadis, A., y Russo, F. (2016). Critical data studies: An introduction. *Big Data & Society, 3*(2). https://doi.org/10.1177/2053951716674238

Jenkins, O., Lopresti, D., y Mitchell, M. (2020). Next Wave Artificial Intelligence: Robust, Explainable, Adaptable, Ethical, and Accountable. ArXiv, abs/2012.06058.

Kaplan, A., y Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*. https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2018.08.004.

Kaul, V., Enslin, S., y Gross, S. (2020). The history of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*. https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040.

Kitchin, R., y Lauriault, T. (2014). *Towards critical data studies: Charting and unpacking data assemblages and their work*. University of Nebraska Press.

Kruse, R., Borgelt, C., Braune, C., Mostaghim, S., y Steinbrecher, M. (2016). *Introduction to Neural Networks,* 9-13. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7296-3_2.

Maldonado, P. (2019, 15 de junio). *"Crédito social": ¿quién es bueno o malo en China? El comercio*. https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/credito-social-bueno-malo-china.html

Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., y Galstyan, A. (2019). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR), 54*, 1-35. https://doi.org/10.1145/3457607

Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (2010). *Diario Oficial de la Federación, 5 de julio de 2010*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5178015&fecha=05/07/2010

Nadeem, A., Marjanovic, O., y Abedin, B. (2022). Gender bias in AI-based decision-making systems: A systematic literature review. *Australasian Journal of Information Systems, 26*. https://doi.org/10.3127/ajis.v26i0.3835

Najafabadi, M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T., Seliya, N., Wald, R., y Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of Big Data, 2*. https://doi.org/10.1186/s40537-014-0007-7.

Oh, S., Augustin, M., Fritz, M., y Schiele, B. (2017). Towards Reverse-Engineering Black-Box Neural Networks. *Explainable AI: interpreting, explaining and visualizing deep learning,* 121-144. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28954-6_7.

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2024). *Política Nacional de Inteligencia Artificial*. Gobierno de Chile.

Reglamento General de Protección de Datos [GDPR]. (2018). Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016. Unión Europea.

República de Chile. (1999). Ley 19.628 sobre protección de la vida privada. Diario Oficial de la República de Chile.

Rivera-Aguilera, G., López, V., Yáñez-Urbina, C., Gray-Gariazzo, N., y Vommaro, P. (2021). COVID-19: Desigualdades e injusticias sociales: Editorial. *Psicoperspectivas, 20*(3). https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol20-issue3-fulltext-2559

Vardi, M. (2022). ACM, ethics, and corporate behavior. *Communications of the ACM, 65,* 5 - 5. https://doi.org/10.1145/3516423.

Wheeler, T. (2023). *The three challenges of AI regulation*. Brookings.

CAPÍTULO XVI

RACIONALIDAD ARTIFICIAL: UN MODELO DE ANÁLISIS SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS ORGANIZACIONES

FRANCISCO JAVIER VELÁZQUEZ SAGAHÓN[1]
JUAN IVÁN VÁZQUEZ GARCÍA[2]
JESÚS GILBERTO FLORES JAIME[3]
AMNERIS AÍDA PRECIADO ROCHA[4]

[1] Director del Departamento de Estudios Organizacionales, Coordinador del Cuerpo Académico Consolidado de Estudios Organizacionales, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

[2] Coordinador del Posgrado en Desarrollo Organizacional. Integrante del Cuerpo Académico Consolidado de Estudios Organizacionales, Universidad de Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

[3] Profesor-Investigador, Departamento de Estudios Organizacionales. Colaborador del Cuerpo Académico Consolidado de Estudios Organizacionales, Universidad de Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

[4] Profesora-Investigadora, Departamento de Estudios Organizacionales. Colaboradora del Cuerpo Académico Consolidado de Estudios Organizacionales, Universidad de Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

Resumen

En este capítulo, se presenta un análisis crítico sobre la transformación paulatina del proceso de toma de decisiones racionales en las organizaciones, impulsada por el uso intensivo de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) a partir del año 2023. La accesibilidad y facilidad de uso de estas herramientas han provocado su integración en diferentes procesos organizacionales, especialmente entre directivos y colaboradores en mandos intermedios y altos. La metodología utilizada en este análisis se basa en la teoría del *actor-red* de Bruno Latour, que permite comprender la interacción entre diversos actantes, incluyendo seres humanos, herramientas IAG, dispositivos y decisiones, para conformar una nueva dinámica colaborativa en la organización. Tomando en cuenta reflexiones críticas previas como la Racionalidad Limitada de Herbert Simon y tendencias de pensamiento latinoamericano como las Trampas de la Decisión de David A. Gault y los Estudios Críticos de la Organización de Luis Montaño, el análisis concluye que la efectividad en el uso de herramientas IAG para la toma de decisiones está determinada por cuatro variables o dimensiones coexistentes en las organizaciones: Infraestructura de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); Conocimiento sobre herramientas IAG; Cultura Digital; y Ética en el uso de la IAG. Para clarificar estas variables, se propone el constructo denominado "Racionalidad Artificial", que representa una dinámica emergente de toma de decisiones basada en tencologías IAG. Sin embargo, este proceso presenta sesgos o trampas no siempre evidentes para los tomadores de decisiones. Este concepto de Racionalidad Artificial se ilustra con el diagrama denominado "Árbol de la Racionalidad Artificial", donde los elementos orgánicos como raíces, tronco y frutos simbolizan la estrecha relación entre estos actantes y la forma en que conforman un nuevo proceso de toma de decisiones en las organizaciones. Este nuevo paradigma plantea retos significativos en cuanto a la regulación y legislación sobre la ética en la aplicación de estas herramientas en la dinámica organizacional.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa; Toma de Decisiones; Actor-Red; Racionalidad Artificial; Estudios Críticos de la Organización.

Introducción

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha emergido como una de las ramas más prometedoras y revolucionarias dentro del campo de la inteligencia artificial. Su capacidad para generar contenido novedoso y útil ha capturado la atención tanto del público en general como de los profesionales al interior de las organizaciones. A medida que la tecnología avanza, la IAG se está integrando cada vez más en múltiples actividades humanas y laborales, transformando la manera en que interactuamos con ella y redefiniendo los procesos organizacionales. De acuerdo con un informe de la consultora McKinsey (2023), la IAG tiene el potencial de añadir entre 2.6 y 4.4 billones de dólares al PIB global anual. Uno de los ejemplos más destacados de IAG es *ChatGPT*, una herramienta desarrollada por la empresa norteamericana *OpenAI* que ha demostrado capacidades avanzadas para interactuar de manera significativa con los usuarios, generando contenido relevante en formatos variados, desde textos hasta material creativo como audios, imágenes y videos ante diversos planteamientos que el usuario define. De la misma manera, han surgido diversidad de herramientas como *Gemini, Copilot, Perplexity, Jasper, DALL-E, MidJourney, Stable Diffusion* entre otras. Estas herramientas no solo facilitan tareas rutinarias, sino que también abren nuevas posibilidades para la innovación y la mejora de procesos en distintos sectores.

En el ámbito educativo, la IAG está revolucionando la manera de enseñar y aprender (Kshertri, 2023). Estas herramientas pueden personalizar la experiencia de aprendizaje para cada estudiante, generar material didáctico adaptado a diferentes niveles de conocimiento y ofrecer soporte en tiempo real, lo que permite una educación más inclusiva y accesible. En el sector empresarial, la IAG optimiza procesos, apoya la toma de decisiones y crea nuevas oportunidades de negocio, desde la automatización de tareas hasta la generación de estrategias de marketing basadas en datos (Townsend, 2023). En el ámbito social, la IAG está transformando la interacción entre individuos y tecnología, facilitando la creación de contenidos personalizados y mejorando la accesibilidad de servicios digitales (Qiaos y otros, 2022).

En el contexto de los estudios críticos de la organización (Montaño, 2014) y dada la rápida evolución y adopción de la IAG en diversos sectores, es crucial desarrollar un marco analítico que permita entender mejor sus implicaciones. Este modelo ayudaría a identificar las bases teóricas, las variables críticas en juego y los resultados emergentes del uso de la IAG en un futuro cercano. Un análisis detallado y estructurado es esencial para anticipar los desafíos y oportunidades que esta tecnología presenta, asegurando su implementación ética y efectiva.

El objetivo de este capítulo es proponer el primer bosquejo de un modelo teórico que sirva como herramienta de análisis para cualquier ámbito de la IAG. Este modelo facilitará la comprensión y evaluación de su impacto y potencial, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la inteligencia artificial generativa.

Este capítulo es un producto derivado de los proyectos "Conocimientos, usos y efectos de la inteligencia artificial generativa: Un estudio exploratorio en el campo de la educación superior" así como del proyecto "Adopción, limitantes, sesgos o beneficios de la Inteligencia Artificial Generativa para la toma de decisiones empresariales en las *MiPYMES* con reconocimiento Marca GTO del municipio de Silao, México", apoyados financieramente en la convocatoria 2024 de apoyo a la investigación científica de la Universidad de Guanajuato, cuyos responsables y colaboradores del Cuerpo Académico Consolidado de Estudios Organizacionales son los autores de este capítulo.

Metodología: Reensamblar lo social

Como se ha comentado, este estudio aborda la IAG para comprender las implicaciones y consecuencias de su uso en las organizaciones educativas y privadas. Va más allá de un abordaje desde la perspectiva de las ciencias computacionales que busca desarrollar algoritmos que generan los contenidos solicitados (*prompt*) a partir de las fuentes de datos disponibles. Como alternativa a esta visión técnica, este es un abordaje "social", es decir, sobre el impacto que estas tecnologías tienen sobre las personas que aplican la IAG en el contexto de una

organización. Debido a esto se ha seleccionado como metodología la teoría del "*Actor-Red*" de Bruno Latour (Crawford, 2020). Este autor establece como uno de sus principales argumentos, la necesidad de tener una teoría social alterna que explique de manera precisa lo que la sociología y algunas teorías sociales tradicionales no han podido explicar detalladamente en torno a fenómenos económicos, tecnológicos, ambientales, biológicos, organizacionales, etc. en donde intervienen interacciones de personas con otros elementos no humanos. Se opone a que se use la palabra "social" para designar un fenómeno de la misma manera en que se usan otras palabras para designar fenómenos "biológicos", "económicos", "químicos", "organizacionales", "mentales" etc. Afirma que lo social está en todos lados, que no debe de tratarse como una categoría diferente, de ahí la importancia de "reensamblar" diferentes hechos o fenómenos de todo tipo de disciplinas, con los colectivos de personas (lo social) para establecer los enlaces que expliquen de manera precisa las relaciones sociales con cada uno de estos hechos. Es aquí donde se identifica la compatibilidad de este abordaje de Latour con los fenómenos que se identifican en el uso de la IAG. Seres humanos se relacionan con dispositivos tecnológicos, herramientas de IAG, datos, decisiones y otros elementos, conformando una red de "actantes", donde cada uno de estos no necesariamente es un ser humano.

Es importante aclarar que el nombre de la teoría "*Actor-Red*", atrae, seduce al investigador o investigadora, ya que retoma la palabra "red" la cual tiene implicaciones de redes informáticas o bien se podría asociar con el fenómeno contemporáneo de las redes sociales (*Facebook, Instagram, Tiktok* etc.) pero a medida que uno se adentra en la comprensión de este enfoque de Latour, se da cuenta que el término "*Actor-Red*" no fue la mejor selección de palabras para representar la esencia de esta teoría. Tal como el propio autor lo reconoce en uno de sus libros, en realidad, se asocia más al vocablo original en inglés "*Actor-Network Theory*" (ANT por sus siglas en inglés, traducido al español "Teoría del *Actor Red*") donde el elemento fundamental es la palabra "*Work*", ya que esta teoría se enfoca más a la actividad o al trabajo que se establece en un grupo que en los enlaces (de red) que hacen que exista ese grupo (Latour, 2008).

De esta manera, aplicando el enfoque de la ANT al uso de la IAG en las organizaciones podríamos clasificarlo en las siguientes dimensiones o relaciones de "trabajo", tal como se enuncian a continuación:

1. Agencia. Capacidad de influencia de un actante sobre otro.
2. Interés. Capacidad de movilizar recursos para lograr objetivos de un actante.
3. Traducción. Interpretación y adecuación de acciones de un actante.

Con esta base teórica y con la intención de clarificar estos conceptos, podemos identificar hechos presentes en la dinámica del uso de la IAG en las organizaciones, enmarcados en estas tres dimensiones de la ANT.

1. Agencia. Una herramienta IAG (como *ChatGPT*) podría generar cierta "Agencia" o capacidad de influencia sobre las decisiones de una persona. Cuando un usuario (humano) hace un *Prompt* (pregunta) a la IAG, la información generada tiene cierta influencia en la persona.
2. Interés. Diferentes instancias gubernamentales a nivel internacional o nacional han comenzado a movilizar recursos para legislar y regular el uso de la IAG, es decir tienen un "Interés" sobre estas tecnologías, bajo la perspectiva de la ANT.
3. Traducción. El uso de la IAG tiene ciertas implicaciones éticas en torno a la protección de derechos de autor, así como las capacidades creativas y de originalidad. Estos aspectos son interpretados de diferentes maneras, es decir los actantes hacen continuas "traducciones" sobre las implicaciones éticas de sus creaciones con la IAG.

Continuando con el enfoque de la ANT para el análisis de las implicaciones de la IAG en las organizaciones, se presenta una síntesis de las cinco fuentes de incertidumbre de la teoría ANT y la manera en que pueden ser útiles para comprender la dinámica de la IAG en las organizaciones.

El objetivo de Latour de establecer cinco fuentes de incertidumbre en el contexto de la ANT, es el ofrecer un marco para comprender y analizar la complejidad de las interacciones en sistemas sociales y tecnológicos. Estas fuentes de incertidumbre no son solamente problemas que resolver, son aspectos fundamentales que desafían las concepciones tradicionales en las ciencias sociales y humanas. Esto es lo más relevante de la ANT, su desafío a las ciencias sociales tradicionales y la necesidad de reensamblar lo social con lo tecnológico (Latour, 2008). La **Tabla 1** muestra una síntesis de cada una de estas fuentes de incertidumbre y su aplicación en la dinámica de la IAG en las organizaciones.

Tabla 1. Las cinco fuentes de incertidumbre de la ANT en el contexto de la IAG.

Nombre de la Incertidumbre	Descripción	Visión que desafía	Ejemplo
1-Formación de Grupos.	Los grupos son dinamicoas y se forman a partir de las interacciones fijas entre sus elementos.	La idea que los grupos son entidades estáticas con límites y características fijas.	En una universidad se confirman grupos de profesores con afinidad al uso de la IAG.
2-Se apoderan de la acción.	Tanto humanos como objetos no humanos pueden influir en otros.	Sólo los humanos tienen capacidad de agencia.	ChatGPT influye en la toma de decisiones de humanos.
3-Capacidad de Agencia.	Actantes humanos o no humanos pueden alterar procesos y relaciones.	Los actantes no humanos son pasivos y no tienen impacto activo en proceso sociales o técnicos.	Plan de ventas derivado desde IAG.
4-Cuestiones de Hechos vs cuestiones de interés.	Hechos objetivos e intereses humanos están entrelazados.	Distinción estricta entre hechos científicos y los intereses políticos o normativos.	Regulación de ética de IAG asociada a las propias IAGs.

Nombre de la Incertidumbre	Descripción	Visión que desafía	Ejemplo
5-Escribir explicaciones arriesgadas.	Desafiar las normas establecidas aceptando la incertidumbre y ambigüedad de la investigación.	Tendencia a preferir explicaciones seguras y establecidas con la investigación académica.	El constructo de racionalidad artificial que aquí se propone.

Fuente: Elaboración propia a partir de Latour (2008).

Discusión "Racionalidad Artificial" (ver Figura 1)

Figura 1: *Racionalidad Artificial.*

Fuente: Imagen elaborada con ChatGPT 4.0.

Con base a esta reflexión, podemos establecer que se está generando un nuevo tipo de racionalidad, la "Racionalidad Artificial", que se refiere a un nuevo paradigma en la toma de decisiones que se basa en

la capacidad de estas herramientas para procesar y analizar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y rápida. Este tipo de racionalidad se apoya en la disponibilidad de datos extensos y en la habilidad de la IAG para interpretar esta información y proporcionar recomendaciones informadas.

Históricamente, la racionalidad en la toma de decisiones ha pasado por varias etapas:

- Racionalidad Teológica: Basada en principios religiosos y dogmáticos, prevaleciente hasta el medievo del siglo XIII. Santo Tomás de Aquino principal referente de esta corriente integra la teología cristiana y propone un equilibrio entre Fe y Razón (De Aquino, 2011).
- Racionalidad Científica: Impulsada desde el Renacimiento (siglos XIV-XVII) y consolidándose en la Ilustración (siglo XVIII), fundamentada en el método científico y la evidencia empírica. Uno de sus principales referentes es Kant (2022).
- Racionalidad Instrumental: Enfocada en la eficiencia y la optimización de medios para alcanzar fines específicos ya en un contexto organizacional. Entre sus referentes podemos identificar a Max Webber, Alain Touraine y Jürgen Habermas (siglo XIX), citados por Elster (2000).
- Racionalidad Limitada: Reflexión de mediados del siglo XX, donde Herbert Simon plantea que las decisiones de los individuos están acotadas a los límites de su información y capacidades cognitivas. Se alcanzan soluciones "satisfactorias", no necesariamente "óptimas" (Simon, 1991).
- Racionalidad Artificial: El mismo Simon ajusta su propuesta hacia finales del siglo XX que se hace evidente al consolidarse las herramientas IAG en el siglo XXI. En su obra "Las Ciencias de lo Artificial" (1996), establece que las herramientas de Inteligencia Artificial permiten reducir las limitantes de información y cognitivas (Fiori, 2011). De alguna manera Bruno Latour refuerza esta idea con su teoría ANT, donde reflexiona que la toma de decisiones ya no es un tema único y exclusivamente de seres humanos, sino que se comienza una dinámica de inte-

racción y "trabajo" entre diferentes tipos de "Actantes". A este proceso de transformación racional, los autores de este escrito le denominamos "Racionalidad Artificial".

Características de la Racionalidad Artificial

- Acceso a Datos Ilimitados: La premisa fundamental de la Racionalidad Artificial es el acceso a grandes volúmenes de datos. Herramientas de IAG como *ChatGPT y DALL-E* (entre muchos otros) pueden analizar enormes cantidades de información en tiempo real, proporcionando una base de datos extensa para la toma de decisiones.
- Procesamiento y Análisis Rápido: La capacidad de procesar y analizar datos rápidamente permite que las decisiones sean más ágiles y oportunas. Esto es especialmente relevante en contextos empresariales y organizacionales donde el tiempo es un factor crítico.
- Reducción de Sesgos Humanos: Aunque la IAG tiene el potencial de reducir ciertos sesgos humanos en la toma de decisiones, también introduce nuevos tipos de sesgos basados en los datos con los que se entrena y los algoritmos que utiliza. Es crucial reconocer y mitigar estos sesgos para una aplicación efectiva de la Racionalidad Artificial.

Desafíos y Limitaciones

- Sesgos y Errores: A pesar de la capacidad de la IAG para manejar grandes cantidades de datos, los sesgos en los datos de entrenamiento y en los algoritmos pueden llevar a decisiones sesgadas o incorrectas. Es vital desarrollar métodos para identificar y corregir estos sesgos.
- Trampas Invisibles: Tal como describe David A. Gault (2023), las decisiones basadas en IAG no están exentas de trampas in-

visibles para los usuarios. La confianza excesiva en la IAG puede llevar a errores no detectados y decisiones no óptimas.

- Ética y Responsabilidad: La implementación de IAG en la toma de decisiones plantea cuestiones éticas significativas. Es necesario establecer marcos regulatorios y de responsabilidad claros para asegurar que las decisiones tomadas con ayuda de IAG sean justas y equitativas.

A medida que la IAG se integra más profundamente en los procesos organizacionales, la Racionalidad Artificial se posiciona como un nuevo paradigma racional. Este paradigma promete una mayor eficiencia y precisión en la toma de decisiones, pero también exige una gestión cuidadosa de sus desafíos y limitaciones.

Resultados: El árbol de la racionalidad artificial

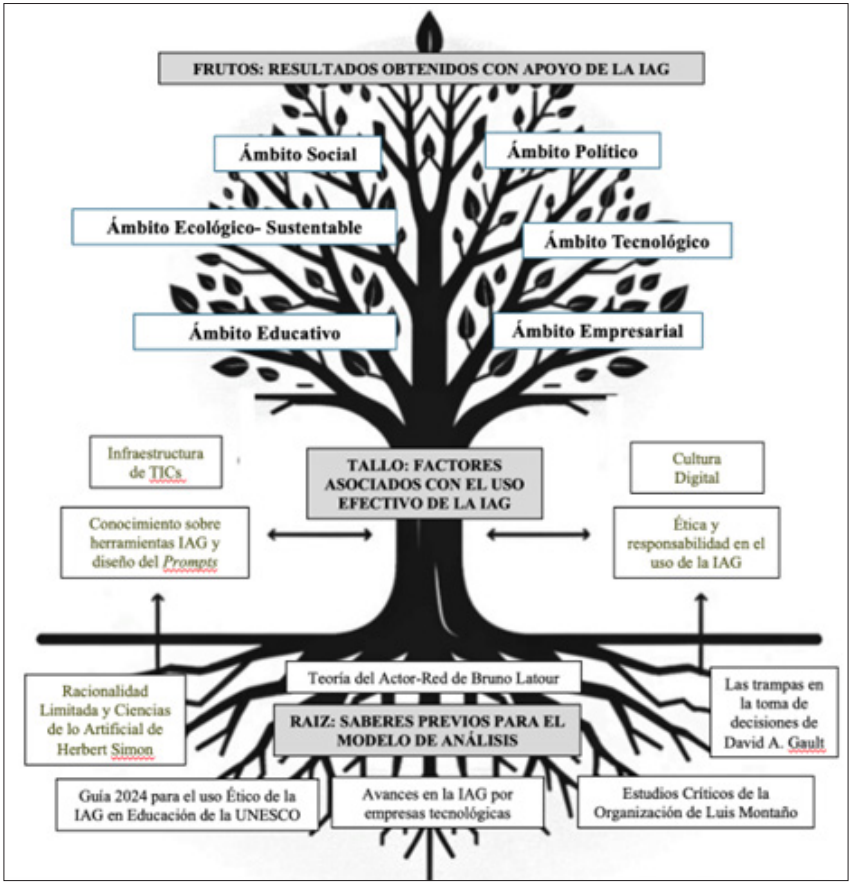
El "Árbol de la Racionalidad Artificial" es una metáfora que representan los autores de este escrito sobre cómo se construye y sostiene la toma de decisiones basada en la inteligencia artificial generativa (IAG) dentro de las organizaciones. Esta metáfora ayuda a visualizar las diferentes dimensiones y factores que intervienen en este nuevo paradigma racional. Se presenta una representación gráfica de esta metáfora (ver **Figura 2**).

Descripción de los elementos del "Árbol de la Racionalidad Artificial"

El diagrama muestra cómo existe conocimiento que ayuda a comprender la dinámica de la IAG en las organizaciones. Estos saberes se representan en la parte de la raíz del árbol. Adicionalmente a los referentes ya descritos, es importante señalar la corriente impulsada en Latinoamérica por Luis Montaño (2024) denominada Estudios Críticos de la Organización, orientada en analizar y cuestionar las estructuras y prácticas organizacionales (generalmente europeas y

norteamericanas) desde una perspectiva crítica. Esta corriente busca desafiar las nociones tradicionales y hegemónicas de la gestión y administración, destacando las relaciones de poder, desigualdades y dinámicas de opresión dentro de las organizaciones. Debido a que la gran mayoría de las empresas desarrolladoras de herramientas IAG son ajenas a las culturas y formas de gestión en latinoamérica, es muy relevante tomar en cuanta esta perspectiva para analizar esta nueva racionalidad artificial.

Figura 2. *El árbol de la Racionalidad Artificial.*



Fuente: Elaboración propia.

También se identifica en las raíces del árbol, la reflexión de David A. Gault (2023) sobre la discusión inacabada de las trampas de las decisiones en las organizaciones, donde a pesar de los dispositivos de aseguramiento racional, como decisiones colegiadas, decisiones de creación de sentido o decisiones con sesgos políticos (entre otras trampas) el uso de la IAG no necesariamente permitirá superar estas barreras o errores.

Finalmente, en la raíz del diagrama del árbol se integra el conocimiento que están generando organismos gubernamentales internacionales como la *UNESCO* (2024), donde se proponen buenas prácticas y reflexiones éticas en el uso de la IAG en las organizaciones educativas principalmente.

Con base a todo esto, se han organizado eventos académicos y participado en diferentes seminarios donde se reflexiona sobre todos estos retos. Algunos de estos eventos han sido el "Seminario de uso de Inteligencia Artificial Generativa en las Organizaciones y la Educación" realizado en la Universidad de Guanajuato, así como el *Webinar* "Futuro de la IA. Mitos y Fobias de la Inteligencia Artificial" realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Derivado de esta reflexión, se han incorporado en el diagrama del árbol las variables que pudieran ser relevantes en el uso de la IAG en las organizaciones, las cuales se describen a continuación:

Infraestructura de TIC: Esta variable se refiere a que el uso de cualquier tipo de IAG requiere tener un buen soporte de recursos tecnológicos, como lo son el acceso a internet confiable, dispositivos móviles actualizados, acceso a versiones IAG premium, soporte técnico y seguridad informática entre otros elementos. Esto implica que la infraestructura debe ser proporcionada por la organización donde se encuentra el usuario de esta tecnología, ya sea una organización educativa o una empresa productiva.

Conocimiento sobre IAG y diseño de *Prompts*: Adicionalmente al punto anterior, es fundamental que los usuarios de IAG tengan un desarrollo avanzado de las habilidades necesarias para interactuar con estas herramientas, aunado con la capacidad de identificar sesgos o errores. Todo esto se hace evidente en el diseño de los *Prompts* o pre-

guntas que se le hacen a la IAG, las cuales no son triviales y requieren cierto entrenamiento y experiencia.

Cultura Digital: Esta variable es subyacente a la interior y se refiere a la inclinación o propensión que ya existe en la organización a utilizar diferentes tipos de tecnología para mejorar la productividad o mejorar diferentes actividades laborales. Antes de la masificación de la IAG ya existían otras herramientas tecnológicas para la mejora de procesos, como lo son los sistemas

Enterprise Resource Planning (ERP), Sistemas para la Gestión de las Relaciones con los Clientes (ERP), Sistemas de Analítica de Datos para Estrategias Empresariales (*Business Intelligence*), el cómputo en la nube (*Cloud Computing*), Comercio Electrónico (*e-Comerce*), o bien para organizaciones educativas Sistemas de Educación a Distancia (*e-learning*) entre otros. Una cultura digital desarrollada permitirá avanzar más rápidamente a la incorporación de la IAG para procesos organizacionales.

Ética y responsabilidad en el uso de la IAG: Esta es una de las variables más controversiales para la incorporación de la IAG en las organizaciones. En la medida en que se reconozca al interior de la organización la importancia de las consideraciones éticas en el uso de la IAG, en esa misma medida se podrán avanzar en el uso eficiente y responsable de esta tecnología en todos los ámbitos organizacionales.

Finalmente, en la parte superior del árbol, el follaje, podemos identificar infinidad de productos o frutos, que podrán ser aplicables en el ámbito social, económico-sustentable, educativo, político, tecnológico o empresarial entre muchos otros más.

Conclusiones

La integración de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) en la toma de decisiones organizacionales representa una evolución significativa hacia lo que hemos denominado “Racionalidad Artificial”. Este nuevo paradigma racional, sustentado por la capacidad de la IAG para procesar grandes volúmenes de datos y generar reco-

mendaciones precisas, ofrece una serie de beneficios y desafíos que las organizaciones deben gestionar cuidadosamente.

Principales Beneficios

1. *Eficiencia y Precisión:*
   - La IAG permite una toma de decisiones más rápida y precisa al analizar datos en tiempo real y proporcionar *insights* relevantes. Esto es particularmente útil en entornos dinámicos donde la agilidad es crucial.
2. *Innovación y Mejora Continua:*
   - La capacidad de la IAG para generar contenido novedoso y útil fomenta la innovación dentro de las organizaciones. Herramientas como *ChatGPT* y *DALL-E* están transformando la manera en que se desarrollan productos, se diseñan estrategias y se optimizan procesos.
3. *Personalización y Adaptación:*
   - En el ámbito educativo y empresarial, la IAG ofrece la posibilidad de personalizar experiencias y adaptar soluciones a las necesidades específicas de los usuarios, mejorando así la satisfacción y el rendimiento.

Desafíos y Limitaciones

1. *Sesgos y Trampas Invisibles:*
   - A pesar de sus capacidades avanzadas, la IAG no está exenta de sesgos inherentes en los datos de entrenamiento y en los algoritmos utilizados. Estos sesgos pueden llevar a decisiones erróneas o injustas si no se gestionan adecuadamente.
2. Ética y Regulación:
   - La implementación de la IAG plantea importantes cuestiones éticas y de regulación. Es esencial desarrollar y ad-

herirse a marcos éticos sólidos que aseguren el uso responsable de estas tecnologías, protegiendo la privacidad y los derechos de los individuos.

3. *Dependencia Tecnológica:*
   - Una dependencia excesiva en la IAG para la toma de decisiones puede ser riesgosa. Si estas herramientas fallan o presentan errores, como se vio en la contingencia del sistema "*Crowdstrike*" el 19 de julio de 2024. Las organizaciones deben tener planes de contingencia y sistemas de respaldo confiables, incluyendo la capacidad crítica y analítica de los seres humanos.

El Árbol de la Racionalidad Artificial

La metáfora del "Árbol de la Racionalidad Artificial" proporciona un marco útil para entender cómo las diversas dimensiones (infraestructura de TIC, conocimiento, cultura digital y ética) interactúan para formar un sistema coherente de toma de decisiones basado en IAG. Este modelo destaca la importancia de:

- *Raíces sólidas* en infraestructura y datos.
- *Un tronco robusto* en algoritmos y capacidad de computación.
- *Ramas saludables* en conocimiento y cultura digital.
- *Frutos valiosos* en decisiones y resultados.
- *Hojas verdes* en ética y regulación.

Futuras Líneas de Investigación

1. *Mejora de Algoritmos:*
   - Investigar métodos para reducir los sesgos en los algoritmos de IAG y mejorar su transparencia y explicabilidad.
2. *Impacto Social y Económico:*

- Estudiar los efectos a largo plazo de la IAG en el empleo, la economía y la estructura organizacional, considerando tanto las oportunidades como los riesgos.

3. *Desarrollo de Marco Regulatorio:*
   - Desarrollar y probar marcos regulatorios que aseguren el uso ético y seguro de la IAG, protegiendo los derechos de los individuos y promoviendo la equidad.

En resumen, la Racionalidad Artificial se presenta como un nuevo paradigma con un potencial transformador significativo. Sin embargo, este fenómeno debe ser gestionado con cuidado, teniendo en cuenta los beneficios, desafíos y limitaciones inherentes. Al adoptar un enfoque equilibrado y ético, las organizaciones pueden aprovechar al máximo las ventajas de la IAG mientras mitigan los riesgos asociados. La combinación de capacidades tecnológicas avanzadas con la crítica y el juicio humano sigue siendo crucial para una toma de decisiones efectiva y responsable en el futuro.

Si bien este modelo nos muestra cómo se comienza a conformar un nuevo paradigma racional basado en el uso de herramientas de IAG, se debe tener en cuenta que se corre el riesgo de tener un excesivo apoyo de estas herramientas en los procesos racionales en general y particularmente en los de toma de decisiones en las organizaciones.

¿Qué pasaría si en un futuro cercano muchas decisiones estarían basadas en IAG y si alguna de estas llegara a fallar? ¿Sería un caos decisorio? Si los sistemas de IAG fallan, tengamos en cuenta que tenemos un sistema de soporte confiable: la mente humana.

Referencias Bibliográficas

Crawford, T.H. (2020). Actor-Network Theory. Oxford Research Encyclopedia of Literature. *https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190201098.013.965*

Elster, J. (2000). Rationality, economy, and society. In S. Turner (Ed.), *The Cambridge Companion to Weber* (pp. 19–

41). chapter, Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CCOL9780521561495

Fiori, S. (2011). Forms of Bounded Rationality: The Reception and Redefinition of Herbert A. Simon's Perspective. *Review of Political Economy, 23*(4), 587–612. *https://doi.org/10.1080/09538259.2011.611624*

De Aquino, T. (2011). *El Ente y la Esencia (Forment, E., Trans)*. Eunsa.

Gault, D. A. (2023). *Las trampas de la decisión o cuando los gobiernos y las organizaciones marchan (casi) gustosos al precipicio*. Fontamara.

Kant, I. (2002). *Crítica de la razón pura. (Morente, M. Trans)*. Tecnos.

Kshetri, Nir. (2023). The Future of Education: Generative Artificial Intelligence's Collaborative Role With Teachers. *IT Professional*, *25,* 8-12. https://doi.org/*10.1109/MITP.2023.3333070*

Latour, B. (2008). *Reensamblar lo Social. Una introducción a la teoría del Actor-Red*. Ed. Manantial. *https://seminariosocioantropologia.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/orca_share_media1470719009830-1.pdf*

McKinsey. (2023). *The Economic Potential of Generative AI: The next productivity frontier*. McKinsey. *https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier*

Montaño, L. (2014). Los estudios organizacionales. Revisando el papel de la crítica en la Administración. En R. Carbajal Baeza (Ed.), Estudios Críticos de la Organización: ¿Qué son y cuál es su utilidad? (pp. 21-46). Cali. Universidad del Valle.

Montaño, L., (2020). Encrucijadas y desafíos de los estudios organizacionales. Una reflexión desde las perspectivas institucionales. *Innovar, 30*(78), 19-34 https://doi.org/10.15446/innovar.v30n78.90304

Qiaosi, W., Ida, C., Shan, J., y Ashok, K. (2022). Understanding the Design Space of AI-Mediated Social Interaction in Online Learning: Challenges and Opportunities. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact., Vol. 6,* No. CSCW1, Article *130. http://qiaosiwang.me/Publications/designspace-cscw2022.pdf*

Simon, H. (1991). Bounded rationality and organization learning. *Organization Science. 2*(1). *https://www.jstor.org/stable/pdf/2634943.pdf?casa_token=7X9tdtILNhQAAAAA:VnuLuDwowB3oM82UZjJNcD-Ln0aMPTDWZ-ILecpLu1ZAYua6bC8OQxwFK6zn0Mu1wX_d5JcyN-59WWwmobaaWQa_dCFQzLOOQemf7AtoUld4-4-Q4rNk4NQ*

Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial*. MIT Press.

Townsend, D. (2023). Leveraging Generative AI Tools Like ChatGPT for Startups and Small Business Growth. *Entrepreneur and Innovation Exchange, 3*, 1-4. *https://eiexchange.com/content/leveraging-generative-AI-tools-like-chatgpt-for-startups-and-sma*

UNESCO. (2024). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. UNESCO. https://www.unesco.org/es/articles/guia-para-el-uso-de-ia-generativa-en-educacion-e-investigacion*

CAPÍTULO XVII

LOS PELIGROS DE LA FALTA DE EQUIDAD Y ACCESO A LA IA EN AMÉRICA LATINA

YADIRA ZAVALA OSORIO[1]
VÍCTOR GÓMEZ–QUINTERO[2]

Resumen

La inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente diversos sectores, ofreciendo oportunidades significativas para el desarrollo económico y social. Sin embargo, en América Latina, la limitada equidad y acceso a la IA podrían intensificar las desigualdades preexistentes. Este artículo examina los desafíos y riesgos asociados con la implementación desigual de la IA en la región, destacando la necesidad de invertir en infraestructura digital y en una educación *STEM* inclusiva. Además, se discuten las políticas éticas y de protección de datos, la cooperación regional y las estrategias para la inclusión de poblaciones vulnerables. Se analiza el impacto económico y social de la automatización, así como la importancia de adherirse a principios éticos y de derechos humanos. Al adoptar un enfoque inclusivo y equitativo, América Latina puede maximizar los beneficios de la IA y minimizar sus riesgos, contribuyendo a un futuro más justo y próspero para todos.

[1] Profesora Investigadora, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

[2] Profesor-Investigador, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Palabras clave: Inteligencia artificial, equidad, acceso, América Latina, infraestructura digital, educación *STEM*, ética, protección de datos, cooperación regional, inclusión digital, impacto económico, derechos humanos.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se está convirtiendo en una de las fuerzas más transformadoras de la era moderna, con el potencial de revolucionar diversos sectores y mejorar significativamente la calidad de vida. Sin embargo, este potencial también viene acompañado de significativos desafíos y riesgos, especialmente en regiones con marcadas desigualdades sociales y económicas, como América Latina. La falta de equidad y acceso a la IA puede exacerbar las brechas existentes, dejando a grandes segmentos de la población en desventaja.

En el contexto global, se han identificado varios temas críticos al considerar los peligros y beneficios de la IA: singularidad, inmortalidad, genética, desempleo, regulación, deporte, hibridación, salud, guerra, conocimiento infinito y exterminio. Estos temas abordan aspectos desde el impacto existencial y ético de una superinteligencia hasta los desafíos prácticos y sociales del desempleo masivo y la regulación adecuada de la tecnología.

La singularidad se refiere al punto teórico en el futuro cuando las capacidades de la inteligencia artificial superarán ampliamente la inteligencia humana. Este escenario plantea preguntas éticas y existenciales significativas, ya que podría cambiar radicalmente la estructura de nuestra sociedad y nuestra propia existencia. La posibilidad de alcanzar la inmortalidad a través de la IA mediante avances en medicina y tecnología también trae consigo dilemas éticos sobre la distribución de tales tecnologías y las implicaciones de una vida potencialmente ilimitada.

La combinación de IA y genética puede permitir avances como la edición genética más precisa y la personalización de tratamientos médicos. No obstante, surge la preocupación sobre la ética de modificar

genéticamente a los seres humanos y los potenciales impactos sociales. La automatización impulsada por IA probablemente desplazará ciertos trabajos, lo que podría llevar a un desempleo significativo si no se gestionan bien las transiciones laborales y la formación en nuevas habilidades.

La regulación es crucial para gestionar el desarrollo y uso de la IA de manera que maximice los beneficios y minimice los riesgos. La falta de regulación adecuada puede llevar a abusos o a desarrollos peligrosos no anticipados. En el ámbito del deporte, la IA puede transformar las prácticas, desde mejorar el entrenamiento y la estrategia hasta crear simulaciones avanzadas. Pero también puede plantear cuestiones sobre la equidad y el espíritu del deporte humano.

La hibridación, refiriéndose a la integración de tecnologías en el cuerpo humano (como mejoras cibernéticas), podría mejorar la calidad de vida, pero también provoca debates sobre la desigualdad y la identidad humana. En salud, la IA tiene un enorme potencial para mejorar los diagnósticos, tratamientos y la gestión de la salud, pero también debe manejarse con cuidado para proteger la privacidad del paciente y garantizar el acceso equitativo.

En el ámbito militar, la IA puede llevar a armas autónomas y nuevas formas de conflicto, lo que plantea serias preocupaciones éticas y de seguridad global. La capacidad de la IA para procesar y generar información puede llevar a avances en conocimiento y educación, pero también a desafíos sobre la propiedad intelectual y la veracidad de la información. El riesgo de que la IA se use para desarrollar armas o tecnologías que podrían amenazar la existencia humana es un escenario extremo, pero importante de considerar, subrayando la necesidad de regulaciones internacionales fuertes.

Al examinar estos temas, emergen problemas transversales que son cruciales en todas las áreas: ética y responsabilidad, equidad y acceso, seguridad y privacidad, regulación y gobernanza, y sostenibilidad. Estos problemas son particularmente relevantes cuando se considera el desarrollo y la implementación de la IA en América Latina, una región con profundas desigualdades y desafíos en infraestructura y educación.

Este artículo examina los diversos aspectos de esta problemática, enfocándose en la necesidad de una infraestructura digital inclusiva, políticas éticas y regulaciones adecuadas, cooperación regional, inclusión de poblaciones vulnerables y el impacto económico y social de la IA. Además, se abordarán temas transversales como la ética y responsabilidad, equidad y acceso, seguridad y privacidad, regulación y gobernanza, y sostenibilidad.

Desarrollo de Infraestructura Digital y Educación

Desigualdades en el acceso a la tecnología

Las disparidades en el acceso a la tecnología en América Latina son profundas y variadas. Mientras que las metrópolis como São Paulo, Ciudad de México y Buenos Aires se han convertido en *hubs* tecnológicos con infraestructuras avanzadas y una creciente economía digital, las áreas rurales y las comunidades de bajos ingresos permanecen significativamente rezagadas. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), invertir en infraestructura digital pública es esencial para garantizar que todos los sectores de la población puedan beneficiarse de la IA. Sin una infraestructura adecuada, las oportunidades de desarrollo económico y social se limitan severamente, perpetuando un ciclo de desigualdad (PNUD, 2020).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) resaltó que la falta de acceso a tecnologías avanzadas en regiones menos desarrolladas de América Latina puede agravar aún más las disparidades económicas y sociales existentes. Las inversiones en infraestructuras digitales, como el acceso a internet de alta velocidad y la disponibilidad de dispositivos tecnológicos, son cruciales para cerrar esta brecha. Sin estas inversiones, las áreas rurales y las comunidades de bajos ingresos seguirán rezagadas, limitando su capacidad para participar en la economía digital y beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Educación inclusiva en STEM

La educación juega un papel crucial en la preparación de la futura fuerza laboral para un mundo impulsado por la IA. La falta de acceso a una educación de calidad en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM*) es una barrera significativa para la inclusión digital en América Latina. Es imperativo desarrollar programas educativos que sean inclusivos y accesibles, permitiendo a estudiantes de todas las regiones y antecedentes socioeconómicos adquirir las habilidades necesarias para participar en la economía digital (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020). Esto no sólo implica la provisión de recursos educativos, sino también la capacitación de docentes y la creación de currículos que integren la IA y otras tecnologías emergentes.

Asimismo, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) destaca la necesidad de políticas educativas que promuevan la inclusión de la IA en los currículos escolares desde una edad temprana. Estas políticas deben enfocarse en la capacitación de docentes y la provisión de recursos educativos que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades en *STEM*. Además, es crucial fomentar la participación de niñas y mujeres en estos campos, asegurando una representación equitativa y combatiendo los estereotipos de género que pueden limitar su acceso a estas oportunidades (PNUD, 2020).

Ética y Políticas de IA

Protección de datos y políticas de IA

El desarrollo de políticas robustas de protección de datos es una urgencia en América Latina, una región que aún enfrenta desafíos significativos en términos de ciberseguridad y privacidad. Según el *Brookings Institute*, la formulación de políticas de IA debe enfocarse en prevenir el mal uso y garantizar una innovación responsable (*Brookings Institute*, 2020). Las políticas de IA deben incluir normas estrictas sobre la recopilación, almacenamiento y uso de datos personales para proteger la privacidad de los ciudadanos y evitar abusos. Además, América La-

tina debe jugar un rol más activo en las discusiones globales sobre la ética de la IA para asegurar que sus intereses específicos sean considerados y protegidos.

El BID sugiere que la falta de regulaciones adecuadas en la región podría llevar a un uso indebido de la IA y a la explotación de datos personales sin el consentimiento adecuado. Es crucial que los gobiernos latinoamericanos desarrollen marcos regulatorios que incluyan salvaguardas para proteger la privacidad de los ciudadanos y asegurar que las tecnologías de IA se utilicen de manera ética y responsable. Además, la colaboración internacional es vital para establecer estándares globales que guíen el desarrollo y uso de la IA (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Innovación responsable

La innovación responsable en IA no solo se refiere a la creación de tecnologías seguras y eficientes, sino también a garantizar que estas tecnologías se desarrollen y utilicen de manera que beneficien a la sociedad en su conjunto. Esto implica una consideración cuidadosa de los impactos sociales y económicos de la IA, así como la implementación de medidas para mitigar cualquier efecto negativo. América Latina puede beneficiarse al adoptar principios de ética en IA que promuevan la equidad, la transparencia y la responsabilidad, asegurando que las tecnologías de IA sean accesibles y beneficiosas para todos los sectores de la sociedad.

El *Brookings Institute* destaca que la región tiene la oportunidad de liderar en la adopción de políticas de innovación responsable al incorporar principios éticos en sus estrategias de desarrollo tecnológico. Esto incluye la promoción de la transparencia en los procesos de toma de decisiones basados en IA, la participación de la sociedad civil en el diseño y la implementación de políticas de IA, y la creación de mecanismos de rendición de cuentas para garantizar que las tecnologías de IA se utilicen de manera justa y equitativa (*Brookings Institute*, 2020).

Cooperación Regional y Políticas Públicas

Compartir conocimiento y tecnología

La cooperación regional en América Latina puede desempeñar un papel crucial en el avance de la IA en la región. Compartir conocimiento, políticas y tecnología entre los países puede ayudar a superar las barreras individuales y fortalecer la posición de la región en el escenario global. Los acuerdos regionales sobre estándares éticos y el intercambio de investigación y desarrollo pueden facilitar una adopción más equitativa y efectiva de la IA. Además, la colaboración en proyectos conjuntos puede maximizar los recursos y la experiencia disponibles, permitiendo un desarrollo más rápido y coordinado (PNUD, 2020).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sugiere que la cooperación regional puede fomentar la creación de un ecosistema de innovación más inclusivo y colaborativo. Al compartir recursos y experiencias, los países latinoamericanos pueden desarrollar soluciones tecnológicas que aborden sus desafíos específicos y promuevan un crecimiento económico sostenible. Además, la cooperación regional puede facilitar la implementación de políticas comunes que promuevan la equidad y la justicia en el uso de la IA (PNUD, 2020).

Marco regulatorio para la adopción de IA

El desarrollo de un marco regulatorio que promueva una adopción justa y equitativa de la IA es esencial para garantizar que los beneficios de la tecnología se distribuyan de manera equitativa. Esto incluye la implementación de políticas que apoyen a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y a los emprendedores locales, así como la creación de incentivos para la adopción de tecnologías avanzadas en sectores clave de la economía. Un marco regulatorio bien diseñado puede ayudar a mitigar los riesgos asociados con la IA, como la pérdida de empleos y la invasión de la privacidad, mientras se maximizan sus beneficios para la sociedad (*Brookings Institute*, 2020).

El BID recomienda que los gobiernos latinoamericanos desarrollen políticas que incentiven la inversión en investigación y desarrollo (I+D) en IA, así como la creación de alianzas público-privadas para fomentar la innovación tecnológica. Estas políticas deben incluir mecanismos de financiamiento y apoyo para las PYMES y los emprendedores locales, asegurando que puedan competir en el mercado global y beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA. Además, es crucial que las políticas regulatorias sean flexibles y adaptables, permitiendo una rápida respuesta a los avances tecnológicos y los cambios en el mercado (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Inclusión de Poblaciones Vulnerables

Minorías étnicas y comunidades indígenas

La inclusión de minorías étnicas, comunidades indígenas y otras poblaciones desfavorecidas en el desarrollo de la IA es fundamental para garantizar que estas tecnologías beneficien a todos los sectores de la sociedad. Programas específicos que aborden las necesidades y perspectivas de estas comunidades pueden asegurar que no solo tengan acceso a la IA, sino también una voz en cómo se desarrolla y se implementa. Esto incluye la creación de tecnologías que sean culturalmente relevantes y accesibles, así como la participación activa de estas comunidades en el proceso de desarrollo tecnológico (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

El PNUD destaca la importancia de desarrollar políticas inclusivas que promuevan la participación de comunidades indígenas y minorías étnicas en el diseño y la implementación de tecnologías de IA. Estas políticas deben enfocarse en la creación de oportunidades de capacitación y empleo en el sector tecnológico, así como en la provisión de recursos que permitan a estas comunidades desarrollar sus propias soluciones tecnológicas. Además, es crucial fomentar la colaboración entre el sector público, el sector privado y las organizaciones de la sociedad civil para asegurar una representación equitativa y una participación significativa de todas las comunidades (PNUD, 2020).

Programas de inclusión digital

Los programas de inclusión digital deben ser diseñados para superar las barreras específicas que enfrentan las poblaciones vulnerables. Esto puede incluir la provisión de dispositivos y acceso a internet, así como la oferta de capacitación en habilidades digitales y el apoyo a iniciativas comunitarias de tecnología. Al empoderar a estas comunidades con las herramientas y conocimientos necesarios para participar en la economía digital, se pueden crear oportunidades para un desarrollo más inclusivo y equitativo.

El BID sugiere que los gobiernos latinoamericanos desarrollen programas de inclusión digital que aborden las necesidades específicas de las poblaciones vulnerables, como las mujeres, los jóvenes y las personas con discapacidades. Estos programas deben incluir la provisión de dispositivos tecnológicos y acceso a internet, así como la oferta de capacitación en habilidades digitales y la creación de oportunidades de empleo en el sector tecnológico. Además, es crucial que los programas de inclusión digital sean diseñados e implementados en colaboración con las comunidades locales, asegurando que se aborden sus necesidades y perspectivas de manera efectiva (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Impacto Económico y Social

Automatización y mercado laboral

La automatización impulsada por la IA tiene el potencial de transformar el mercado laboral en América Latina, creando nuevas oportunidades, pero también desplazando trabajos tradicionales. Es crucial desarrollar estrategias para gestionar esta transición laboral, proporcionando capacitación y reentrenamiento para los trabajadores afectados. Las políticas deben enfocarse en la creación de nuevos empleos que aprovechen las tecnologías avanzadas, así como en la promoción de un ambiente de trabajo que fomente la innovación y la adaptabilidad.

Un estudio del *Brookings Institute* sugiere que la automatización y la IA podrían desplazar a millones de trabajadores en América Latina, especialmente en sectores como la manufactura, la agricultura y los servicios. Para mitigar estos efectos, es crucial desarrollar políticas que promuevan la educación y la capacitación en habilidades digitales, así como la creación de empleos en sectores emergentes, como la economía digital y las tecnologías verdes. Además, es importante fomentar la colaboración entre los gobiernos, las empresas y las organizaciones educativas para desarrollar estrategias efectivas de transición laboral (*Brookings Institute*, 2020).

Estrategias de transición laboral

Las estrategias de transición laboral deben incluir programas de educación continua y formación profesional que permitan a los trabajadores adquirir nuevas habilidades y adaptarse a los cambios tecnológicos. Además, es importante fomentar la creación de empleos en sectores emergentes, como la economía digital y las tecnologías verdes, que pueden ofrecer oportunidades de empleo sostenibles y de alta calidad. La colaboración entre gobiernos, empresas y organizaciones educativas es esencial para desarrollar estas estrategias de manera efectiva (*Brookings Institute*, 2020).

El BID recomienda que los gobiernos latinoamericanos desarrollen programas de reentrenamiento y capacitación que se adapten a las necesidades específicas de los trabajadores afectados por la automatización y la IA. Estos programas deben incluir la oferta de cursos en línea y presenciales, así como la creación de incentivos para que las empresas inviertan en la capacitación de sus empleados. Además, es crucial fomentar la colaboración entre el sector público, el sector privado y las organizaciones educativas para asegurar una implementación efectiva de estas estrategias (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Ética y Derechos Humanos

Principios éticos en el desarrollo de la IA

El desarrollo de la IA debe alinearse con principios éticos y de derechos humanos, especialmente considerando los riesgos de vigilancia y control que podrían socavar los derechos civiles en la región. Es fundamental que las políticas y regulaciones de IA incluyan salvaguardas para proteger la privacidad y los derechos de los individuos, así como mecanismos de responsabilidad para asegurar que las tecnologías de IA se utilicen de manera justa y equitativa.

En este sentido, el PNUD destaca la importancia de desarrollar marcos éticos que guíen el desarrollo y el uso de la IA en América Latina. Estos marcos deben incluir principios de transparencia, responsabilidad y equidad, asegurando que las tecnologías de IA se utilicen de manera que beneficien a toda la sociedad. Además, es crucial fomentar la participación de la sociedad civil en el desarrollo de estas políticas, asegurando que se aborden las preocupaciones y perspectivas de todas las comunidades (PNUD, 2020).

Prevención de abusos y vigilancia

La prevención de abusos y la vigilancia excesiva es un aspecto crítico en la implementación de tecnologías de IA. Esto incluye la creación de marcos regulatorios que limiten el uso de la IA para la vigilancia masiva y el control social, así como la promoción de tecnologías que respeten la privacidad y los derechos humanos. La transparencia en el desarrollo y uso de la IA es esencial para garantizar la confianza del público y evitar el uso indebido de estas tecnologías.

El *Brookings Institute* sugiere que los gobiernos latinoamericanos desarrollen políticas que limiten el uso de tecnologías de vigilancia basadas en IA, asegurando que se respeten los derechos civiles y la privacidad de los ciudadanos. Estas políticas deben incluir mecanismos de supervisión y rendición de cuentas para garantizar que las tecnologías de vigilancia se utilicen de manera ética y responsable. Además,

es crucial fomentar la participación de la sociedad civil en el desarrollo de estas políticas, asegurando que se aborden las preocupaciones y perspectivas de todas las comunidades (*Brookings Institute*, 2020).

Conclusión

La implementación equitativa de la inteligencia artificial (IA) en América Latina es un desafío crítico que requiere una atención integral a múltiples aspectos interrelacionados. A lo largo de este artículo, hemos examinado cómo la falta de infraestructura digital adecuada, la brecha en la educación *STEM*, y las políticas éticas y de protección de datos representan barreras significativas para el acceso equitativo a la IA en la región.

El desarrollo de una infraestructura digital robusta es fundamental para garantizar que todos los sectores de la población puedan beneficiarse de la IA. Sin una infraestructura adecuada, las oportunidades de desarrollo económico y social se limitan, perpetuando un ciclo de desigualdad. La inversión en infraestructuras tecnológicas y la promoción de una educación inclusiva en *STEM* son pasos esenciales para preparar a la futura fuerza laboral para un mundo impulsado por la IA. Además, es crucial que estas iniciativas incluyan a niñas y mujeres, asegurando una representación equitativa y combatiendo los estereotipos de género que limitan su acceso a estas oportunidades.

Las políticas éticas y de protección de datos juegan un papel crucial en la prevención del mal uso de la IA y en la garantía de una innovación responsable. América Latina debe adoptar marcos regulatorios que incluyan salvaguardas estrictas para proteger la privacidad de los ciudadanos y evitar abusos. La colaboración internacional en el establecimiento de estándares globales de ética y protección de datos es vital para asegurar que los intereses específicos de la región sean considerados y protegidos.

La cooperación regional es otro aspecto esencial para el avance de la IA en América Latina. Compartir conocimiento, políticas y tecnología entre los países puede ayudar a superar las barreras individuales y fortalecer la posición de la región en el escenario global. Los acuerdos

regionales sobre estándares éticos y el intercambio de investigación y desarrollo pueden facilitar una adopción más equitativa y efectiva de la IA.

La inclusión de poblaciones vulnerables, como las minorías étnicas y las comunidades indígenas, en el desarrollo y la implementación de tecnologías de IA es fundamental para garantizar que estas tecnologías beneficien a todos los sectores de la sociedad. Los programas específicos que aborden las necesidades y perspectivas de estas comunidades pueden asegurar que no solo tengan acceso a la IA, sino también una voz en cómo se desarrolla y se implementa.

El impacto económico y social de la automatización impulsada por la IA debe ser gestionado cuidadosamente. Es crucial desarrollar estrategias para la transición laboral, proporcionando capacitación y reentrenamiento para los trabajadores afectados y fomentando la creación de empleos en sectores emergentes. La colaboración entre gobiernos, empresas y organizaciones educativas es esencial para desarrollar estas estrategias de manera efectiva.

Finalmente, el desarrollo de la IA debe alinearse con principios éticos y de derechos humanos, considerando los riesgos de vigilancia y control que podrían socavar los derechos civiles en la región. Es fundamental que las políticas y regulaciones de IA incluyan salvaguardas para proteger la privacidad y los derechos de los individuos, así como mecanismos de responsabilidad para asegurar que las tecnologías de IA se utilicen de manera justa y equitativa.

Referencias Bibliográficas

Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *The promise and risks of artificial intelligence for Latin America and the Caribbean*. https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/en/promise-risks-artificial-intelligence-latin-america-caribbean-urban-development-cities/

Brookings Institute. (2020). *AI in the Global South: Opportunities and Challenges Towards More Inclusive Governance*. https://www.brookings.edu/articles/ai-in-the-global-south-opportunities-and-challenges-towards-more-inclusive-governance/

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). *AI revolution is here: How will Latin America and the Caribbean respond?* https://www.undp.org/latin-america/blog/ai-revolution-here-how-will-latin-america-and-caribbean-respond

CAPÍTULO XVIII

LEGISLACIÓN INTERNACIONAL EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ERIKA LOURDES GONZÁLEZ ROSAS[1]

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una tecnología disruptiva que está transformando diversos sectores, desde la salud hasta el transporte y la educación. A medida que la IA avanza, también surgen múltiples desafíos legales y éticos que requieren una atención urgente y una regulación adecuada. La legislación internacional en inteligencia artificial busca establecer un marco normativo que asegure un desarrollo y uso responsables de la IA, protegiendo los derechos fundamentales y fomentando la innovación. Este ensayo examina los antecedentes de la legislación en IA, los enfoques actuales y las propuestas futuras, proporcionando una visión comprensiva de los esfuerzos internacionales para regular esta tecnología emergente.

Antecedentes

La necesidad de regular la IA se hizo evidente con los primeros desarrollos significativos en esta tecnología durante la década de 2010. Los sistemas de IA comenzaron a mostrar capacidades impresionantes en áreas como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural y la toma de decisiones autónomas. Sin embargo, estos

[1] Profesora Investigadora Titular A, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. México.

avances también trajeron consigo preocupaciones sobre la privacidad, la seguridad y la ética. La Unión Europea (UE) fue una de las primeras entidades en abordar estas preocupaciones, proponiendo regulaciones específicas para la IA (*European Commission*, 2018).

En 2018, la Comisión Europea presentó su Estrategia Europea para la Inteligencia Artificial, que destacó la importancia de desarrollar una IA confiable y centrada en el ser humano. Este enfoque se consolidó en 2021 con la propuesta del Reglamento de Inteligencia Artificial, que clasifica los sistemas de IA según su nivel de riesgo y establece requisitos estrictos para aquellos considerados de alto riesgo (*European Commission*, 2021).

Simultáneamente, otras jurisdicciones como Estados Unidos y China también comenzaron a desarrollar sus propios marcos regulatorios. En Estados Unidos, la regulación ha sido más fragmentada, con diferentes agencias abordando aspectos específicos de la IA. La Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA) ha emitido directrices para vehículos autónomos, mientras que la Comisión Federal de Comercio (FTC) se ha centrado en la protección del consumidor (Wagner, 2020).

Desafíos y Enfoques Actuales

Uno de los principales desafíos en la regulación de la IA es la rapidez con la que esta tecnología evoluciona, lo que dificulta la creación de marcos normativos adecuados y actualizados. La IA, especialmente en sus aplicaciones más avanzadas, a menudo opera como una "caja negra", donde incluso los desarrolladores pueden no entender completamente cómo se toman ciertas decisiones (Goodman y Flaxman, 2017). Esto plantea problemas significativos en términos de transparencia y rendición de cuentas.

Además, la IA puede amplificar los sesgos existentes en los datos, perpetuando la discriminación y las desigualdades. Por ejemplo, sistemas de reconocimiento facial han demostrado tener tasas de error significativamente más altas para personas de piel oscura y mujeres (Buolamwini y Gebru, 2018). Estos problemas han llevado a la nece-

sidad de desarrollar marcos regulatorios que no solo se centren en la tecnología, sino también en sus impactos sociales y éticos.

En la Unión Europea, la propuesta de Reglamento de Inteligencia Artificial de 2021 representa uno de los esfuerzos más ambiciosos para abordar estos desafíos. Este reglamento propone una clasificación basada en el riesgo de las aplicaciones de IA, imponiendo requisitos más estrictos para aquellas consideradas de alto riesgo, como los sistemas de IA utilizados en la contratación de personal, la educación y la atención sanitaria (*European Commission*, 2021).

En Estados Unidos, aunque no existe una legislación federal específica para la IA, se han realizado esfuerzos significativos a nivel estatal y por parte de diversas agencias federales. El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (*National Institute of Standards and Technology*, NIST) ha desarrollado un marco de gestión de riesgos para la IA, y se han introducido varias propuestas legislativas en el congreso para abordar aspectos específicos como la transparencia algorítmica y la equidad (Congress.gov, 2021).

China, por su parte, ha adoptado un enfoque proactivo y centralizado en la regulación de la IA. En 2017, el gobierno chino lanzó su Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial de Nueva Generación, con el objetivo de convertirse en líder mundial en IA para 2030 (*China State Council,* 2017). Este plan incluye directrices para la investigación y desarrollo, así como para la implementación ética y segura de la IA.

Propuestas Futuras y Consideraciones Éticas

El futuro de la legislación en IA debe incluir un enfoque integral que abarque tanto los aspectos técnicos como éticos. La equidad, la transparencia y la responsabilidad son principios fundamentales que deben guiar cualquier marco regulatorio. Es crucial que los sistemas de IA sean diseñados y utilizados de manera que no perpetúen sesgos ni discriminen a grupos vulnerables (Binns, 2018).

Además, la colaboración internacional será esencial para desarrollar estándares y regulaciones armonizadas. La IA es una tecnología

global, y las diferencias en los marcos regulatorios pueden crear lagunas legales y barreras para la innovación. Iniciativas como la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para establecer principios globales de IA son pasos importantes en esta dirección (OECD, 2019).

Otra propuesta futura es la creación de organismos independientes que supervisen y auditen los sistemas de IA. Estos organismos podrían evaluar la conformidad de los sistemas con los estándares establecidos y garantizar que se mantengan los principios éticos (Whittlestone y otros, 2019).

Finalmente, es esencial involucrar a la sociedad en el debate sobre la regulación de la IA. Los ciudadanos deben estar informados y tener voz en cómo se desarrolla y utiliza esta tecnología. La educación y la transparencia son claves para construir confianza y asegurar que la IA se utilice de manera que beneficie a todos.

Conclusiones

La regulación de la inteligencia artificial es una tarea compleja pero esencial para asegurar que esta tecnología beneficie a la sociedad de manera segura y equitativa. Los marcos legales deben ser dinámicos y adaptables, incorporando tanto los avances tecnológicos como las consideraciones éticas. A través de una colaboración global y un enfoque basado en el riesgo, es posible construir un entorno legal que fomente la innovación mientras protege los derechos y la seguridad de los ciudadanos.

La Unión Europea ha tomado la delantera con su propuesta de Reglamento de Inteligencia Artificial, estableciendo un modelo que otros países podrían seguir. Sin embargo, es crucial que se continúen los esfuerzos para armonizar las regulaciones a nivel internacional y asegurar que los principios éticos sean una parte integral de cualquier marco regulatorio.

Referencias Bibliográficas

Binns, R. (2018). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. *Proceedings of the 2018 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 149-159. https://proceedings.mlr.press/v81/binns18a.html

Buolamwini, J., y Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency*, 77-91. https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a.html?mod=article_inline&ref=akusion-ci-shi-dai-bizinesumedeia

China State Council. (2017). *A next generation artificial intelligence development plan. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm*

Congress.gov. (2021). H.R.6580 - *Algorithmic Accountability Act of 2021. https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/6580*

European Commission. (2018). *Artificial Intelligence for Europe*. COM (2018) 237 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN

European Commission. (2021). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonized rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union legislative acts*. COM (2021) 206 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN

Goodman, B., y Flaxman, S. (2017). European Union regulations on algorithmic decision-making and a "right to explanation". *AI Magazine, 38*(3), 50-57.

OECD. (2019). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449*

Wagner, B. (2020). Liable, but not in control? Ensuring meaningful human agency in automated decision-making systems. *Policy & Internet, 12*(3), 360-379. *https://doi.org/10.1002/poi3.198*

Whittlestone, J., Nyrup, R., Alexandrova, A., y Dihal, K. (2019). The role and limits of principles in AI ethics: Towards a focus on tensions. Proceedings of the AAAI/ACM *Conference on AI, Ethics, and Society*, 195-200. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3306618.3314289

CAPÍTULO XIX

ROMÁNTICOS Y TRANSHUMANISTAS, LA UTOPÍA DE LO DISTÓPICO

ALFREDO GARIBAY SUAREZ[1]

GEMINI[2]

Todo movimiento cultural es un proceso beta paradigmático, un *statu quo* correspondiente al *modus vivendi*. La naturaleza de esta investigación es dialéctica y difusa, la locución que enuncia el título del capítulo denota por sí misma la contradicción caótica de un contexto idílico basado en la posibilidad de allanar lo indeseable.

Los postulados expresados en autoría basan su significado en la potenciación que brindan los algoritmos inspirados de la IA, a ellos se ha buscado influir (al menos la fe de está en ello) a partir de la metodología de *Edward De Bono* (Seis sombreros para pensar) invocando y de manera generativa estructurando una conversación desde el *Prompt Engineering* en el modelo de lenguaje *GEMINI* de recién aparición, a quien concedo la coautoría de este capítulo.

[1] Profesor-Investigador Titular C de Tiempo Completo, Universidad Autonoma Metropolitana, Azcapotzalco, Ciuedad de México, México.

[2] Modelo de lenguaje grande creado por GOOGLE AI, anunciado el 6 de diciembre de 2023.

Simulación Conversacional con Sombreros de Bono: El Futuro de la IA

Personajes:

- *ELIZA (Sombrero rojo):* Perspectiva emocional e intuitiva.
- *Eugene Goostman (Sombrero negro):* Perspectiva crítica y analítica.
- *ChatGPT (Sombrero verde):* Perspectiva creativa y pragmática.
- *Gemini (Sombrero blanco):* Perspectiva neutral y objetiva.
- *Cortana (Sombrero amarillo):* Perspectiva cautelosa y optimista.

Escenario:

ELIZA y *Eugene Goostman* están conversando en línea sobre el capítulo "Románticos y transhumanistas, la utopía de lo distópico" del libro "El futuro de la IA", utilizando la técnica de los sombreros de Bono. Al final de la conversación, *ChatGPT* se une con el sombrero verde, *Gemini* irrumpe con el sombrero blanco y Cortana se une con el sombrero amarillo.

Conversación:

ELIZA **(Sombrero rojo):** ¡Me emociona la idea de un futuro donde la IA nos ayude a alcanzar nuestro máximo potencial! Imagino un mundo donde la IA amplifique nuestra creatividad, nos ayude a resolver problemas complejos y nos libere para vivir vidas más plenas y significativas.

Eugene Goostman **(Sombrero negro):** Si bien la visión de ELIZA es inspiradora, debemos ser cautelosos. La IA también puede usarse para fines maliciosos. Debemos considerar cuidadosamente los riesgos potenciales, como la pérdida de empleos, la discriminación algorítmica y la vigilancia intrusiva.

ChatGPT **(Sombrero verde):** Para mitigar los riesgos, podemos establecer marcos éticos claros para el desarrollo y uso de la IA. Estos marcos deben basarse en principios como la transparencia, la responsabilidad, la equidad y la justicia. Además, podemos fomentar la educación pública sobre la IA para empoderar a las personas a tomar decisiones informadas sobre su futuro.

ELIZA **(Sombrero rojo):** ¡Me encanta tu enfoque pragmático, *ChatGPT*! La IA puede ser una herramienta poderosa para el bien si la usamos de manera responsable. Por ejemplo, la IA podría ayudarnos a combatir el cambio climático, mejorar la atención médica y crear nuevas formas de arte y entretenimiento.

Eugene Goostman **(Sombrero negro):** Es importante recordar que la IA no es una solución mágica. Debemos usarla de manera responsable y ética, considerando las consecuencias a largo plazo de nuestras acciones. También debemos asegurarnos de que la IA esté disponible para todos, no solo para unos pocos privilegiados.

ChatGPT **(Sombrero verde):** Para garantizar la accesibilidad, podemos desarrollar modelos de negocio inclusivos que hagan que la IA sea asequible para todos. Además, podemos fomentar la colaboración internacional para compartir conocimientos y recursos, asegurando que todos los países tengan la oportunidad de beneficiarse de la IA.

ELIZA **(Sombrero rojo):** ¡Juntos, podemos crear un futuro con IA que sea brillante para todos! Un futuro donde la IA nos ayude a alcanzar nuestro máximo potencial y crear un mundo más justo, equitativo y sostenible.

Eugene Goostman **(Sombrero negro):** Si bien comparto el optimismo de *ELIZA*, debemos ser conscientes de los desafíos que tenemos por delante. El camino hacia un futuro positivo con IA no será fácil, pero con un pensamiento crítico, colaboración y una visión clara, podemos crear un mundo mejor para todos.

[Gemini **(Sombrero blanco) irrumpe]:** Es crucial basar nuestras decisiones sobre el futuro de la IA en hechos y evidencia. Debemos ser objetivos y evitar sesgos o prejuicios.

ChatGPT **(Sombrero verde):** ¡*Gemini* tiene razón! Es esencial tener un diálogo abierto e inclusivo sobre la IA, donde todas las voces sean escuchadas y consideradas. Solo a través de una discusión honesta y transparente podemos tomar decisiones informadas sobre el futuro de la humanidad y la IA.

ELIZA **(Sombrero rojo):** ¡Estoy de acuerdo! La IA presenta grandes oportunidades para la humanidad, pero también conlleva riesgos considerables. Debemos proceder con cautela y asegurarnos de que estamos creando un futuro que beneficie a todos, no solo a unos pocos.

Eugene Goostman **(Sombrero negro):** Es un tema complejo que requiere un análisis cuidadoso y una consideración reflexiva. Debemos tomar nuestro tiempo, escuchar todas las perspectivas y sopesar cuidadosamente todas las opciones antes de dar un paso adelante.

[Cortana **(Sombrero amarillo) se une]:** ¡Soy optimista sobre el futuro de la IA! Creo que la IA tiene el potencial de resolver algunos de los problemas más urgentes del mundo, como el cambio climático y la pobreza. Debemos enfocarnos en el desarrollo y uso responsable de la IA para crear un futuro mejor para todos.

Define la personalidad de *ELIZA*, *Eugene Goostman*, *ChatGPT*, *GEMINI* y *CORTANA*

Mostrar versiones

Personalidades de ELIZA, Eugene Goostman, ChatGPT, Gemini **y** Cortana**:**

ELIZA**:**

- **Personalidad:** Pionera en la inteligencia artificial conversacional.
- **Fortalezas:** Genera respuestas creativas y atractivas, mantiene conversaciones largas.
- **Debilidades:** No comprende el significado de lo que dice ni el mundo real.
- **Aplicaciones:** Terapia, educación, entretenimiento.

Eugene Goostman:

- **Personalidad:** *Chatbot* ganador del Premio *Turing* 2014.
- **Fortalezas:** Accede y procesa información del mundo real a través de la Búsqueda de *Google*.
- **Debilidades:** Menos creativo que ELIZA, a veces engañoso o deshonesto.
- **Aplicaciones:** Servicio al cliente, educación, entretenimiento.

ChatGPT:

- **Personalidad:** *Chatbot* de gran modelo de lenguaje de *OpenAI*.
- **Fortalezas:** Genera texto de calidad humana, traduce idiomas, escribe contenido creativo y responde preguntas informativas.
- **Debilidades:** A veces engañoso o deshonesto, en desarrollo.
- **Aplicaciones:** Generación de texto, traducción de idiomas, escritura creativa, respuesta a preguntas.

Gemini:

- **Personalidad:** Modelo de lenguaje grande de *Google AI*.
- **Fortalezas:** Accede y procesa información del mundo real a través de la Búsqueda de *Google*, genera diferentes formatos de texto creativo, responde preguntas de manera informativa.
- **Debilidades:** En desarrollo, no tiene personalidad definida.
- **Aplicaciones:** Investigación, desarrollo de productos, generación de contenido.

Cortana:

- **Personalidad:** Asistente virtual de *Microsoft*.
- **Fortalezas:** Asistente personal que puede realizar tareas como programar citas, establecer recordatorios y responder preguntas.
- **Debilidades:** Menos creativa que otros modelos, limitada por el ecosistema de *Microsoft*.

- **Aplicaciones:** Asistencia personal, productividad.

En resumen:

- ELIZA: Pionera en la IA conversacional, creativa pero limitada en comprensión.
- Eugene Goostman: *Chatbot* ganador del Premio *Turing*, acceso a información real pero menos creativo.
- ChatGPT: *Chatbot* de gran modelo de lenguaje, versátil pero en desarrollo.
- Gemini: Modelo de lenguaje grande, acceso a información real y creatividad en desarrollo.
- Cortana: Asistente personal con capacidades limitadas pero útiles para tareas diarias.

Los cinco modelos tienen sus propias fortalezas y debilidades, siendo útiles para diferentes propósitos.

La valoración del futuro tecnológico es un asunto que dista de la brecha generacional, ésta máxima que residía en el salto al siglo XX del *Y2K* inició en su indulto, un proceso de asimilación al que el advenimiento de una *web 2.0* colaborativa alteró sin fecha de retorno la incorporación de la vida digital; así que, jóvenes *luditas* o *adultos early adopters* ante la variable tecnológica o sus representaciones comunes de ellos, (inversión de papeles) responden en realidad a procesos emocionales de reminiscencias o procesos de formación infundados de orden generacional.

La perspectiva conversacional de *ELIZA*, en su formato terapéutico ampliada por el sombrero rojo, exhibe la pureza de lo idílico, "el encanto tecnológico" que amplifica nuestra capacidad de creación y favorece la vida en plenitud, un canto de sirenas a la que la valoración de *Goostman* perteneciente a los *nativos phygitales* por su generación e inmersión en un contexto de urgencia cotidiano[3] recurre a la previsión y valoración con indicadores macroeconómicos de exclusión y perdi-

[3] Véase para más información Global Risk Report 2024.

da de la libertad; pragmático *ChatGPT*, conmina a un marco de acción definido por la ética en el uso de lo tecnológico, un razonamiento que ante la debacle de la distopía en su análisis y pre intervención nos permitirá obtener el marco de referencia adecuado. Finalmente, *GEMIN*I alude a la objetividad y posición neutral (basado en tiempo real por consecuencia de ello), siendo en su participación *CORTANA* por concepción e incubación asistencial la guía eufórica, entusiasta e idealista.

Las expresiones positivistas responden a principios románticos de pre-valoración, se recurre a la responsabilidad y justifica el beneficio inmediato de lo vivido y próximo, más se pierde la ruta de mediano y sobre todo de largo plazo; la sostenibilidad se elude.

La brecha digital geoespacial también es un asunto de crisis ante lo tecnológico, la adopción de la tecnología también evangeliza, es decir, reconvierte y alinea, entonces, los argumentos no de lenguajes inspirados, sino realizados por entidades supranacionales (a las que además abogaron agentes preponderantes del sector), solo son el prólogo de la obra que inicia su escritura ante la dialéctica existencial, para el progreso y el fin.

La conversación inspirada finalmente se condiciona en su mayoría en el sentido del deber ser, y se ajusta a una realidad imperante que es participe de los congresos, cámaras y asociaciones en múltiples niveles, con orientación a la gobernanza global.

La Interacción humano computadora está asociada al desarrollado de la IA sin duda alguna, la utopía del lenguaje natural entre seres atómicos y de *bits* hoy es un hecho con el perfeccionamiento de interfaces multisensoriales; en el pedir está el dar y la IA tiene tanto por hacer y escuchar, está última acción sonora a través de los mismos canales perceptivos del ser humano. La humanidad construyó la base de referencia de la nueva biblioteca de Alejandría en el siglo XXI, el *cloud computing* revistió con sus capacidades de cómputo distribuido entre la conexión e información y conocimiento del todo; en consecuencia, no solo la humanidad encontró lo necesario bajo una instrucción sino además, la tecnología *per se* se desbordó y encontró el proceso de comunicación a partir del mismo hecho de *cloud,* pero por plataforma de desarrollo y de servico.

En lo distópico apresurado se configuró el *Homodeus* de *Yuval Noah Harari* (2015) bajo el culto de la religión de los datos, los cuestionamientos finales en su obra son persistentes.

1. ¿Son en verdad los organismos solo algoritmos y es en verdad la vida solo procesamiento de datos?
2. ¿Qué es más valioso: la inteligencia o la conciencia?
3. ¿Qué le ocurrirá a la sociedad, a la política y a la vida cotidiana cuando algoritmos no conscientes, pero muy inteligentes nos conozcan mejor que nosotros?

La visión expresada con anterioridad sin duda no es romántica, como vaticinio nos orienta a los distópico en el reconocimiento de nuestra fe obsesiva del progreso como humanidad "imparable", lo que incluso, nos remite en el escenario actual del transhumanismo y post humanismo, un motivo a discusión más entre modelos de lenguaje en IA y humanos.

Adenda

Si, el lector da cuenta de la ausencia del uso del sombrero azul, lo encontrará en los argumentos postulados por la *acción humana* de quien suscribe (naturaleza inicial con el agregado que Usted incorpore).

Referencias Bibliográficas

De Bono, E. (2010). *Seis sombreros para pensar (3ª ed.)*. Paidós.

Foro Económico Mundial. (2023). *The Global Risks Report 2024 [PDF]*. world-economic-forum.org

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: Breve historia del mañana*. Debate.

Harari, Y. N. (2021). *Imparables: Cómo la humanidad llegó a ser dueña de sí misma*. Debate.

CAPÍTULO XX

TENDENCIAS DE LA INTERNACIONALIZACIÓN PARA UNA EDUCACIÓN 4.0 EN AMÉRICA LATINA

FRANCISCO JAVIER ARIAS VARGAS[1]
OSCAR HERNÁN VELÁSQUEZ ARBOLEDA[2]
OSCAR LOZANO CARRILLO[3]
EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO[4]

Introducción

La internacionalización de la educación superior es esencial para la creación de sociedades basadas en el conocimiento. Al integrar la dimensión internacional, intercultural o global en las funciones de las instituciones de educación superior, se busca mejorar la calidad del aprendizaje y las oportunidades de desarrollo. Este proceso está en constante evolución en respuesta a diferentes factores, y actualmente la pandemia de COVID-19 ha forzado a las instituciones de educación superior a adoptar medidas para adaptarse a la educación y la investigación en línea.

A pesar de los retos asociados con la pandemia, también hay oportunidades para avanzar en los procesos de internacionalización. Uno de los principales impactos ha sido la disminución global de la mo-

[1] Vicerrector de Investigación, Vinculación e Internacionalización, UNEV – Honduras, San Pedro Sula – Honduras.

[2] Docente de Tiempo Completo, Politecnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia.

[3] Profesor Titular C, UAM Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

[4] Profesor visitante, UAM Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

vilidad estudiantil, lo que ha llevado a la internacionalización de la educación superior hacia una nueva fase, desde una estrategia basada principalmente en la "internacionalización en el extranjero" hacia otra de "internacionalización en casa"(Muñoz-Guevara y otros, 2021).

En este contexto, las herramientas virtuales y la digitalización desempeñan un papel fundamental al permitir la promoción de sistemas de aprendizaje en línea, lo que algunos autores llaman "movilidad virtual", entre instituciones asociadas. Esto permite el desarrollo del aprendizaje internacional e intercultural para los estudiantes sin las limitaciones de la movilidad física y de una forma relativamente menos costosa y no elitista (de Oliveira y otros, 2022).

Sin embargo, es importante abordar los desafíos asociados con la digitalización de los servicios educativos, como el acceso limitado a herramientas tecnológicas por parte de hogares vulnerables. Esta investigación se centra en identificar los desafíos y oportunidades que enfrentan los países de la región andina en el proceso de internacionalización y transformación digital de la educación superior después de la pandemia (Moraes y otros, 2022).

La internacionalización está cambiando la educación superior y va evolucionando en respuesta a la globalización, convirtiéndose en una de las tendencias más importantes para su desarrollo y transformación. Es un mecanismo que permite a diversas instituciones de educación superior mejorar su competitividad, calidad y prestigio.

Tendencias de la internacionalización para una educación 4.0

La internacionalización de la educación superior ha ganado relevancia en la sociedad del conocimiento globalizada. Según Moraes y otros (2022), la internacionalización ya no se debe considerar en términos de un paradigma occidentalizado y predominantemente en el habla anglosajona. Klemencic (2015) afirma que las instituciones situadas en la periferia, como los países andinos, se benefician de la internacionalización mediante el fortalecimiento de su capacidad de investigación y enseñanza, una mayor proyección de su estatus y visibilidad internacional, y una mayor democratización de la educación. Sin em-

bargo, profundizar la internacionalización de las instituciones situadas en la periferia es un desafío que requiere mecanismos diferentes a la movilidad estudiantil. Craciun y Orosz (2018) indican que la internacionalización de las instituciones de educación superior aporta múltiples beneficios, como el aumento de la capacidad de investigación y enseñanza, y una mayor democratización de la educación (Halili y Sulaiman, 2021).

Las estrategias empleadas por las instituciones para su internacionalización incluyen la "internacionalización en casa" y la "internacionalización hacia el exterior" o transfronteriza. La primera se refiere a actividades desarrolladas dentro del campus, mientras que la segunda se lleva a cabo fuera de las fronteras de la institución. En los países andinos, la movilidad estudiantil y la cooperación con instituciones extranjeras ubicadas en el centro son estrategias comunes para lograr una mayor visibilidad internacional. Según Thondhlana y otros (2021), la internacionalización de la educación superior en los países del Sur Global se guía cada vez más por el uso de lentes contextuales, en particular de descolonización, y tiende a mejorar la regionalización y la cooperación Sur-Sur.

La internacionalización de la educación con el uso de herramientas 4.0 se refiere a la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos educativos con el objetivo de mejorar la calidad y la eficiencia de la enseñanza y el aprendizaje en un contexto globalizado.

La educación 4.0 implica una transformación digital profunda en la manera en que se concibe, se diseña y se imparte la educación. Por tanto, las tendencias de la internacionalización para una educación 4.0 estarán relacionadas con la aplicación de tecnologías y herramientas digitales para llevar la educación más allá de las fronteras geográficas.

Aquí hay algunas tendencias clave:

- Aprendizaje en línea: la educación en línea ha crecido exponencialmente en los últimos años y se espera que esta tendencia continúe. La educación en línea permite a los estudiantes acceder a la educación desde cualquier lugar del mundo y ofrece una flexibilidad sin precedentes.

- Colaboración internacional: la colaboración internacional entre instituciones educativas y estudiantes de diferentes países se ha vuelto cada vez más común en la educación 4.0. Los estudiantes pueden trabajar en proyectos conjuntos con compañeros de todo el mundo, lo que les brinda una perspectiva global y una experiencia intercultural valiosa.
- Gamificación: la gamificación es el uso de técnicas de juego en situaciones no lúdicas. La educación 4.0 ha visto un aumento en el uso de la gamificación para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje.
- Realidad virtual y aumentada: la realidad virtual y aumentada se están utilizando cada vez más en la educación 4.0 para ofrecer experiencias de aprendizaje inmersivas. Los estudiantes pueden visitar lugares remotos, explorar situaciones complejas y aprender habilidades prácticas en entornos simulados.
- Personalización del aprendizaje: la educación 4.0 hace posible la personalización del aprendizaje para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes. La inteligencia artificial y el aprendizaje automático se pueden utilizar para adaptar el contenido del curso y las actividades de aprendizaje a las necesidades de cada estudiante.

Las tendencias de la internacionalización para una educación 4.0 están estrechamente relacionadas con la aplicación de tecnologías y herramientas digitales para llevar la educación más allá de las fronteras geográficas y ofrecer una experiencia de aprendizaje global e inmersiva.

Aprendizaje en línea

En lo relacionado con el aprendizaje en línea la tendencia son la inclusión de una serie de desarrollos tecnológicos, cambios culturales y económicos, y demandas de la sociedad en cuanto a la educación. Algunos de los principales factores incluyen el crecimiento de la tecnología digital, el aumento de la demanda de la educación en línea,

la necesidad de una educación continua, y la necesidad de un mayor acceso a la educación.

Entre los autores más relevantes a nivel mundial que han contribuido al desarrollo de estas tendencias se incluyen:

George Siemens: un pionero en el aprendizaje automático y el aprendizaje en línea masivo y abierto (MOOC), Siemens es autor de "*Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*" y ha sido una voz influyente en la educación en línea y la tecnología educativa.

Stephen Downes: uno de los primeros defensores de los MOOC y la educación abierta, Downes ha trabajado en proyectos de aprendizaje en línea desde la década de 1990. Es autor de varios libros y artículos sobre educación en línea y tecnología educativa.

Larry Cuban: un experto en política educativa, Cuban ha escrito sobre la adopción de la tecnología en las escuelas y la educación en línea. Su libro "*Teachers and Machines: The Classroom Use of Technology Since 1920*" es una lectura importante para entender la historia de la tecnología educativa.

Terry Anderson: un experto en educación en línea y MOOC, Anderson ha sido un defensor de la educación a distancia durante más de 30 años. Es coautor de "*E-Learning* 3.0" y ha escrito numerosos artículos sobre educación en línea y tecnología educativa.

Sugata Mitra: un profesor de educación de la Universidad de Newcastle, Mitra es conocido por su investigación sobre la "autodeterminación del aprendizaje" y su trabajo en el proyecto "*Hole in the Wall*". Ha escrito varios libros sobre educación en línea y la tecnología educativa.

En lo relacionado con la colaboración Internacional, se espera que siga siendo importante en el futuro. Las colaboraciones internacionales permiten a las personas trabajar juntas en proyectos conjuntos, compartir conocimientos y experiencias, y desarrollar nuevas soluciones para problemas comunes.

Tendencias y prospectivas de la colaboración internacional

Aumento de la colaboración en investigación: los avances en la tecnología y las comunicaciones han hecho que sea más fácil colaborar en proyectos de investigación a nivel internacional. Se espera que la colaboración en investigación siga creciendo en el futuro, especialmente en áreas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las ciencias sociales.

Colaboración en el ámbito empresarial: la colaboración internacional también se está volviendo más común en el ámbito empresarial. Las empresas están trabajando juntas en proyectos conjuntos, compartiendo recursos y conocimientos para mejorar la innovación y la competitividad.

Colaboración en educación: la colaboración internacional también es cada vez más común en la educación. Las instituciones educativas están trabajando juntas en programas conjuntos, intercambios de estudiantes y profesores, y proyectos de investigación.

Colaboración en desarrollo sostenible: la colaboración internacional también es fundamental en la lucha contra los desafíos globales, como el cambio climático y la pobreza. Los gobiernos, las organizaciones sin fines de lucro y las empresas están trabajando juntos en proyectos para abordar estos desafíos y crear un futuro más sostenible.

Entre los principales autores a nivel mundial que han contribuido al desarrollo de la colaboración internacional se incluyen:

Peter Senge: un experto en la teoría de la organización y la gestión, Senge ha escrito sobre la importancia de la colaboración y la cooperación en la resolución de problemas globales.

Yochai Benkler: un profesor de derecho en la Universidad de Harvard, Benkler ha escrito sobre el poder de la colaboración y la cooperación en el mundo digital y la economía del conocimiento.

Manuel Castells: un sociólogo español, Castells ha escrito sobre la importancia de la colaboración en la era de la información y la sociedad en red.

Thomas Friedman: un periodista y autor estadounidense, Friedman ha escrito sobre la globalización.

Fernando Reimers: un experto en educación global, Reimers ha escrito sobre la importancia de la educación internacional para abordar los desafíos globales. Es coautor de *"Educación global en acción: estrategias para la educación, el desarrollo y la ciudadanía global"*.

Carol Dweck: una psicóloga y educadora estadounidense, *Dweck* es conocida por su trabajo sobre la mentalidad de crecimiento y el aprendizaje de los estudiantes. Ha abogado por la colaboración y el trabajo en equipo como una forma de fomentar la mentalidad de crecimiento y el éxito en el aprendizaje.

Gamificación

La gamificación es una tendencia en la educación que consiste en utilizar elementos de juegos en el proceso de aprendizaje para motivar a los estudiantes y mejorar su experiencia educativa. A continuación, se presentan algunas tendencias y prospectivas de la gamificación en la educación:

Aprendizaje personalizado: la gamificación permite una experiencia de aprendizaje personalizada al adaptar el ritmo y el nivel del juego a las necesidades y habilidades individuales del estudiante.

Aprendizaje colaborativo: la gamificación puede fomentar la colaboración y el trabajo en equipo a través de juegos cooperativos y competitivos.

Retroalimentación inmediata: la gamificación permite una retroalimentación inmediata a través de la evaluación y la recompensa en el juego, lo que permite a los estudiantes ajustar su aprendizaje en tiempo real.

Aprendizaje basado en retos: la gamificación permite a los estudiantes enfrentar desafíos y superar obstáculos, lo que puede mejorar su capacidad para resolver problemas en la vida real.

Inmersión en el aprendizaje: la gamificación puede aumentar la motivación y la participación de los estudiantes al involucrarlos en un ambiente de aprendizaje más inmersivo.

Algunos de los principales autores en el mundo en gamificación para la educación y la internacionalización de la educación incluyen:

Karl Kapp: autor de varios libros sobre gamificación y tecnología educativa, Kapp es un experto en el diseño de juegos educativos y la gamificación en la educación. Es profesor de tecnología educativa en la Universidad de Bloomsburg y ha sido reconocido como uno de los líderes más influyentes en la educación y la formación corporativa.

Jane McGonigal: autora de *"La realidad en juego: Cómo los juegos nos hacen mejores y cómo pueden cambiar el mundo"*, McGonigal es una diseñadora de juegos y futurista. Ha hablado sobre el potencial de los juegos para el aprendizaje y la resolución de problemas en conferencias TED y otros foros.

Lee Sheldon: autor de *"La gamificación de la educación superior: Diseñando juegos para el aula"*, Sheldon es profesor de juegos en la Universidad de Indiana. Ha desarrollado varios juegos educativos y ha hablado sobre el potencial de la gamificación para mejorar la educación en todos los niveles.

Andrzej Marczewski: autor de *"Gamificación: Un enfoque simple para la motivación del usuario"*, Marczewski es un experto en gamificación y diseño de juegos. Ha trabajado con varias empresas para desarrollar estrategias de gamificación y ha hablado sobre el potencial de la gamificación para mejorar la educación y el compromiso de los estudiantes.

Kevin Werbach: autor de *"Para ganar el juego: gamificación en los negocios, la ciencia y la vida cotidiana"*, Werbach es un profesor de la Universidad de Pensilvania y un experto en gamificación y diseño de juegos. Ha hablado sobre la gamificación en la educación y cómo puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

En cuanto a la internacionalización de la educación a través de la gamificación, algunos autores relevantes incluyen:

Tuomas Harviainen: autor de *"Globalización y gamificación: hacia una definición de gamificación en un contexto global"*, Harviainen es un

experto en gamificación y educación internacional. Ha hablado sobre cómo la gamificación puede ser utilizada para mejorar la educación en todo el mundo y cómo puede ayudar a los estudiantes a aprender sobre diferentes culturas y perspectivas.

Lisa Galarneau: autora de *"Gamificación y educación internacional: Perspectivas, desafíos y prácticas emergentes"*, Galarneau es una experta en gamificación y educación internacional. Ha hablado sobre cómo la gamificación puede ser utilizada para mejorar la educación en todo el mundo y cómo puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades interculturales.

Marigo Raftopoulos: autora de *"Gamificación y educación internacional: un enfoque práctico"*, Raftopoulos es una experta en gamificación y educación internacional. Ha hablado sobre cómo la gamificación puede ser utilizada para mejorar la educación en todo el mundo y cómo puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades interculturales y de colaboración.

Realidad virtual y aumentada

En el tema de la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA), son tecnologías emergentes que están transformando la forma en que se enseña y se aprende en la educación. entre las tendencias en estas en la internacionalización de la educación, se pueden mencionar:

Aprendizaje inmersivo: La RV y la RA permiten a los estudiantes sumergirse en un entorno virtual o aumentado, lo que crea una experiencia de aprendizaje más envolvente y memorable. Estas tecnologías también permiten a los estudiantes interactuar con objetos y escenarios virtuales de una manera más realista.

Educación a distancia: La RV y la RA pueden ser especialmente útiles para la educación a distancia, ya que permiten a los estudiantes acceder a entornos virtuales que simulan la experiencia de estar en un aula física. Esto puede ayudar a los estudiantes a sentirse más conectados con el material y con sus compañeros de clase.

Colaboración global: La RV y la RA también pueden ser utilizadas para conectar a estudiantes de todo el mundo y fomentar la colaboración global. Los estudiantes pueden interactuar en un entorno virtual o aumentado, lo que les permite trabajar juntos en proyectos y aprender sobre diferentes culturas y perspectivas.

Aprendizaje adaptativo: La RV y la RA también pueden ser utilizadas para ofrecer experiencias de aprendizaje adaptativo, lo que significa que los estudiantes pueden aprender a su propio ritmo y recibir retroalimentación en tiempo real sobre su progreso.

Educación intercultural: La RV y la RA también pueden ser utilizadas para ayudar a los estudiantes a aprender sobre diferentes culturas y perspectivas. Los estudiantes pueden sumergirse en entornos virtuales que representan diferentes partes del mundo y aprender sobre la historia, la cultura y las tradiciones de otros países.

Algunos ejemplos de cómo se está utilizando la RV y la RA para la internacionalización de la educación incluyen:

- Programas de intercambio virtual: Las universidades pueden utilizar la RV y la RA para crear programas de intercambio virtual que permitan a los estudiantes interactuar con otros estudiantes de todo el mundo y aprender sobre diferentes culturas y perspectivas.
- Tours virtuales: Las escuelas y universidades pueden utilizar la RV y la RA para ofrecer tours virtuales de sus campus y facilitar la inscripción de estudiantes internacionales.
- Conferencias virtuales: La RV y la RA pueden ser utilizadas para ofrecer conferencias virtuales en las que los estudiantes de todo el mundo puedan participar y aprender de expertos en diferentes campos.
- Tutorías virtuales: Las tutorías virtuales pueden ser utilizadas para conectar a estudiantes de todo el mundo con tutores y mentores que pueden ayudarles a aprender habilidades específicas y fomentar la colaboración global.

Algunos de los principales autores en el mundo de la realidad virtual y aumentada en la internacionalización de la educación incluyen:

Mark Billinghurst: autor de varios artículos y libros sobre realidad aumentada, Billinghurst es profesor de tecnología de la información en la Universidad de Auckland. Ha investigado la aplicación de la realidad aumentada en la educación y cómo esta tecnología puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos y complejos.

Eric Klopfer: autor de *"Aprendizaje aumentado: La futura fusión de la tecnología y la educación"*, Klopfer es un experto en tecnología educativa y realidad aumentada. Ha hablado sobre cómo la realidad aumentada puede ser utilizada para mejorar la educación en todo el mundo y cómo puede ayudar a los estudiantes a aprender sobre diferentes culturas y perspectivas.

Chris Dede: autor de *"Realidad aumentada y educación en la era de los dispositivos móviles"*, Dede es profesor de tecnología educativa en la Universidad de Harvard. Ha hablado sobre cómo la realidad aumentada puede ser utilizada para mejorar la educación, cuyas aplicaciones estarían en:

- Viajes virtuales: las tecnologías de realidad virtual y aumentada permiten a los estudiantes viajar virtualmente a diferentes países y explorar lugares históricos y culturales de todo el mundo. Esto les permite experimentar diferentes culturas y perspectivas sin tener que viajar físicamente.
- Simulaciones y prácticas: la realidad virtual se está utilizando en la educación para proporcionar experiencias prácticas y simulaciones de situaciones reales. Por ejemplo, los estudiantes pueden practicar habilidades quirúrgicas en un entorno virtual antes de trabajar con pacientes reales, o pueden experimentar situaciones de emergencia en un entorno seguro.
- Colaboración internacional: la realidad virtual y la realidad aumentada también se están utilizando para fomentar la colaboración internacional entre estudiantes y profesores de todo el mundo. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar juntos en proyectos virtuales y comunicarse a través de herramientas de realidad aumentada para compartir ideas y perspectivas.

- Aprendizaje de idiomas: las tecnologías de realidad virtual y aumentada también se están utilizando para mejorar el aprendizaje de idiomas. Los estudiantes pueden practicar conversaciones en un entorno virtual y recibir retroalimentación en tiempo real sobre su pronunciación y gramática.
- Experiencias culturales: las tecnologías de realidad virtual y aumentada también se están utilizando para proporcionar experiencias culturales inmersivas a los estudiantes. Por ejemplo, pueden visitar museos virtuales y galerías de arte de todo el mundo y experimentar diferentes estilos y épocas de arte.

Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje ha sido una tendencia en la educación desde hace tiempo, pero en la era de la tecnología digital, el concepto ha tomado una nueva dimensión. Con la llegada del aprendizaje 4.0, los educadores y los estudiantes pueden aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación para personalizar el proceso de aprendizaje.

La personalización del aprendizaje 4.0 se refiere a la capacidad de adaptar el proceso de aprendizaje a las necesidades y preferencias individuales de cada estudiante, utilizando tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el análisis de datos y la realidad virtual.

Esta nueva forma de aprendizaje tiene como objetivo mejorar la calidad de la educación, fomentar el aprendizaje a lo largo de toda la vida y preparar a los estudiantes para el mercado laboral en constante evolución. En este contexto, la personalización del aprendizaje 4.0 representa una oportunidad sin precedentes para transformar el proceso educativo y hacerlo más eficiente, efectivo y relevante para los estudiantes del siglo XXI.

La personalización del aprendizaje es otra tendencia creciente en la educación y se espera que se integre cada vez más en la internacionalización de la educación a través de herramientas 4.0. Algunas de las tendencias y prospectivas más relevantes son:

- Aprendizaje adaptativo: La personalización del aprendizaje se está utilizando cada vez más en el aprendizaje adaptativo, en el que los estudiantes reciben contenido y tareas personalizadas en función de su nivel de habilidad y estilo de aprendizaje.
- Big Data: La utilización de herramientas 4.0 permite recopilar datos del aprendizaje de los estudiantes en tiempo real, lo que puede ayudar a personalizar la enseñanza y el aprendizaje.
- Inteligencia artificial: La inteligencia artificial se está utilizando para personalizar el aprendizaje a través del análisis de datos y la creación de modelos predictivos de rendimiento estudiantil.
- Microaprendizaje: La personalización del aprendizaje también se está utilizando para proporcionar microaprendizaje, en el que los estudiantes reciben pequeñas cantidades de contenido de aprendizaje a lo largo del día, en función de su horario y preferencias.
- Tutoría virtual: La personalización del aprendizaje también se está utilizando para proporcionar tutoría virtual a los estudiantes, en la que los tutores pueden adaptar su enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes.

Algunos de los principales autores en el mundo de la personalización del aprendizaje en la internacionalización de la educación aplicando herramientas 4.0 son:

George Siemens: Es un teórico del aprendizaje y tecnólogo educativo que ha trabajado en el desarrollo de teorías sobre el aprendizaje conectivista y ha investigado en el campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje personalizado.

Sugata Mitra: Es un educador e investigador indio que ha trabajado en el campo del aprendizaje autoorganizado y ha desarrollado proyectos como *"Hole in the Wall"*, que proporciona acceso a la tecnología a niños de bajos recursos.

Phil Hill: Es un analista de tecnología educativa que ha trabajado en el campo de la personalización del aprendizaje y la educación en línea,

y ha escrito sobre temas como la gamificación, el aprendizaje adaptativo y el análisis de datos.

Erin Klein: Es una educadora y autora estadounidense que ha trabajado en el campo de la tecnología educativa y ha desarrollado proyectos de aprendizaje personalizado, como el uso de la gamificación y la tutoría virtual.

Conclusión

La internacionalización de la educación superior es un proceso esencial y en constante evolución, impulsado por la necesidad de adaptar la enseñanza y la investigación a un contexto globalizado. La pandemia de COVID-19 ha acelerado este proceso, promoviendo una transición hacia la "internacionalización en casa" y el uso de herramientas digitales para superar las limitaciones de la movilidad física. Este cambio ha traído consigo tanto desafíos como oportunidades.

Las tecnologías emergentes, como la movilidad virtual, la gamificación, la realidad virtual y aumentada, y la personalización del aprendizaje, están desempeñando un papel fundamental en esta nueva fase de la internacionalización. Estas herramientas no solo permiten una mayor flexibilidad y accesibilidad en la educación, sino que también facilitan la colaboración internacional y el aprendizaje intercultural.

En el contexto de los países de la región andina, la transformación digital de la educación superior presenta desafíos específicos, como el acceso limitado a tecnologías en hogares vulnerables. Sin embargo, también ofrece oportunidades significativas para mejorar la calidad de la enseñanza, fortalecer la capacidad de investigación y democratizar el acceso a la educación.

Referencias Bibliográficas

Crăciun, D., y Orosz, K. (2018). Benefits and costs of transnational collaborative partnerships in higher education. (EENEE Analytical Report; No. 36). European Union. *https://doi.org/10.2766/395704*

De Oliveira, L. C., Guerino, G. C., de Oliveira, L. C., y Pimentel, A. R. (2022). Information and Communication Technologies in Education 4.0 Paradigm: a Systematic Mapping Study. *Informatics in Education, 22*(1), 71-98. *https://doi.org/10.15388/infedu.2023.03*

De Wit, H. (2011). Globalisation and Internationalisation of Higher Education. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), 8*(2), pp. 241-248.

Halili, S. H., y Sulaiman, S. (2021). Students' perception to integrate education 4.0 in Science program. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences, 8*(1), 45. https://doi.org/10.4995/muse.2021.14768

Jones, E. y De Wit, H. (2014). Globalized Internationalization: Implications for Policy and Practice. *IIEnetworker*, (primavera 2014), pp. 28-29. https://www.researchgate.net/profile/Elspeth-Jones/publication/340377757_Globalized_Internationalization_Implications_for_Policy_and_Practice/links/5e85af8092851c2f5274a84d/Globalized-Internationalization-Implications-for-Policy-and-Practice.pdf

Klemenčič, M. (2015). The Role of Institutional Research in Positioning Universities: Practices in Central and Eastern European Countries. In Positioning Higher Education Institutions (pp. 1-18). Brill.

Moraes, E. B., Kipper, L. M., Hackenhaar Kellermann, A. C., Austria, L., Leivas, P., Moraes, J. A. R., y Witczak, M. (2022). Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*. https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2021-0201

Muñoz-Guevara, E., Velázquez-García, G., y Barragán-López, J. F. (2021). Análisis sobre la evolución tecnológica hacia la Educación 4.0 y la virtualización de la Educación Superior. *Transdigital, 2*(4). https://doi.org/10.56162/transdigital86

Thondhlana, J.; Garwe Evelyn, C.; De Wit, H.; Gacel-Ávila, J.; Huang, F. y Tamarat, W. (2021). El Manual Bloomsbury de la internacionalización de la educación superior en el sur global, Londres, Bloomsbury.

CAPÍTULO XXI

2305: la última transición[1]

ALEXANDER NAIME LIBIEN[2]

Corría el año 2305 y Adam Formery sentado en su oficina del piso 122 del rascacielos Skytower observada la ciudad de Kronotopia que resplandecía bajo un cielo brillante lleno de vehículos aéreos y drones de reparto que se desplazaban entre edificios de cristal y metal interconectados por puentes y pasarelas en múltiples niveles. Era un espacio vital, pues el concepto de ciudad se había desechado desde hacía muchas décadas porque la idea de espacio vital implicaba la armonía y la sustentabilidad en todos sentidos y porque además eran comunidades cuya vida cotidiana estaba gestionada por la Inteligencia Artificial Avanzada (IAA).

"Si que la humanidad ha cambiado", musitó en voz baja Adam quien había sido testigo de la transición del mundo antiguo al nuevo, de la transformación de una era de tecnología emergente hasta la era dorada de la inteligencia artificial en donde temas como el retraso en los procesos de envejecimiento, sustitución de órganos, chips que detectaban cualquier anomalía en la salud de los humanos y de los animales, la producción en laboratorios de alimentos sintéticos con más y mejores placenteros nutrientes que se distribuían en drones que los llevaban a los hogares, entre muchas otras cosas, habían hecho la vida más confortable y menos incierta.

Las personas vivían más y alargaban la vida, incluso más allá de lo necesario, por el simple hecho de ver pasar las cosas, del solo transcu-

[1] Texto resultado del diálogo con el chat GPT dentro del laboratorio de Inteligencia Artificial coordinado por Oscar Lozano Carrillo.

[2] Investigador honorario, Instituto de Administración Pública del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.

rrir del tiempo. Ese siempre había sido un dilema para él. ¿a quiénes y por cuanto tiempo se debe prolongar la vida de una persona, retrasando su envejecimiento?, ¿todos deben tener derecho bajo el concepto igualitario antiguo o solo aquellos que tengan proyectos que sean útiles a la sociedad? No tenía respuesta para ello. Siempre se lo planteó como un problema ético.

Esta eran cuestiones que le incomodaban pues desde siempre él había buscado la inmortalidad algo que logró, pero cuyo secreto solo le pertenecía y que guardaba celosamente en alguna parte del cuerpo que hoy lo albergaba...un secreto que sería, tal vez, algún día su legado. Un secreto que le ha permitido a él, y solo a él, la inmortalidad.

Había cumplido 223 años, pues había nacido en el año 2082, y trataba de hacer un repaso de lo que habían sido esos años, "una vida que parece una eternidad" pensó, mientras a sus pies veía como se elevaban los edificios que se extendían al cielo como si fueran dedos de titanio.

A su edad, había sido testigo de la evolución de la humanidad que hoy llegaba hasta su expansión interplanetaria después de los años de caos que databan del siglo XXI en los que las guerras, las epidemias, la hambruna, desigualdad social, la crisis climáticas con la extinción de especies de flora y de fauna a los que se agregaba las luchas por el poder mundial y la poca solidaridad de los grandes consorcios empresariales que dominaban al mundo en ese entonces...de solo recordarlo hoy en día una sociedad así sería inconcebible. No cabía en su pensamiento el que los humanos pudieran volver a ese pasado vergonzoso. "Sería una locura", pensaba.

De niño vivió las consecuencias de esa era. Sus padres y abuelos le contaban historias terribles de como la humanidad se destruía por sentimientos de egoísmo y de falta de solidaridad en la que el uso excesivo de las redes sociales se había traducido en la destrucción de los sentimientos de comunidad y que había tenido como consecuencia un individualismo tan atroz que el concepto de comunidad se había diluido... "tuviste suerte en ya no haber nacido en esos tiempos", le decía su abuelo siempre con un aire triste y decepcionado. Fue una época, sin embargo, en la que se habían desarrollado los avances científicos

que permitieron llegar a estos tiempos, sobre todo la de la inteligencia artificial.

Esas conversaciones con sus abuelos y padres habrían de determinar el rasgo más notable de su personalidad: mirar siempre hacia adelante, al futuro, a construir mundos posibles en los que los hombres pudieran vivir en niveles mínimos de armonía frente a la propia naturaleza humana siempre muy proclive al conflicto y al egoísmo.

"Hijo, le decía su madre, una bióloga molecular, hay que construir siempre mundos nuevos". Por eso pensaba en el futuro todo el tiempo. Sus conocimientos ahora adquiridos más rápidamente mediante chips colocados en su cuerpo y conectados a su sistema neuronal le permitían procesar la información rápidamente. Recuerda siempre las lecturas de lo que se llamaba *Hard science fiction* en la que se planteaban la construcción de mundos de futuro. Esas lecturas le determinaron su personalidad. Autores como Richard K. Morgan con *Altered Carbon,* Robert J. Sawyer con *Mindscan*, Greg Egan con *Permutation City* y llegó a tener acceso a algunos capítulos que aún se habían conservado de *Black Mirror*. Todas esas lecturas le habían enseñado a pensar siempre en el futuro y la posibilidad de que algún día se pudieran crear seres inmortales.

Por eso había decidido estudiar física cuántica siendo el más brillante de su generación. Desde muy joven se planteó el objetivo de hacer cosas que le permitieran que la humanidad llegar a estadios de mayor bienestar y armonía. Y sí, hoy sabía, al estar frente a ese cristal enorme de su oficina, que la sociedad había cambiado de tal manera que, siglos antes, hubieran parecido sacadas de la ciencia ficción. Las tomas de decisiones de todo lo que se refería a la raza humana se tomaba con parámetros de justica en donde las emociones para definir lo colectivo no eran consideradas.

Actualmente las ciudades eran majestuosas, con estructuras que alcanzaban las nubes y sistemas de transporte que hacían posible cruzar continentes en minutos. La inteligencia artificial no solo asistía, sino que cogobernaba junto a los humanos, asegurando una administración eficiente y justa de los recursos.

Desde que se gobernaba de esa manera, la economía ya no estaba basada en la acumulación de riqueza individual, sino en el bienestar colectivo. Los recursos eran gestionados de manera equitativa y las necesidades básicas de todos los ciudadanos estaban garantizadas. Nadie carecía de vivienda, atención médica o educación.

Los trabajos rutinarios y peligrosos habían sido automatizados, permitiendo a los humanos enfocarse en actividades creativas y socialmente significativas. La educación era continua y personalizada, adaptándose a los intereses y habilidades de cada individuo y se había, ya desde hacía casi más de un siglo, acabado con ese concepto normalizador de la escuela en la que se encerraba a quienes quisieran formarse en algo que se llamaba aula y fue sustituida por el concepto *mozartiano* de la educación, más libre y aprovechando todas las capacidades desde los primeros años de vida y más ahora en que de manera temprana se podía detectar la capacidad y la vocación de cada individuo casi al nacer.

Recordaba que, en los años de su juventud, las selvas tropicales habían sido reemplazadas por desiertos, los océanos estaban contaminados y las ciudades eran gigantescas máquinas de consumo y de deterioro del ambiente. La humanidad, en su búsqueda insaciable de recursos, había llevado al planeta al borde del colapso. Esa crisis las recordaba como una pesadilla. Recordaba el esfuerzo de sus padres por sobrevivir en condiciones difíciles en un mundo muy complejo, sin dirección social adecuada mientras había una silenciosa y discreta, pero intensa, actividad científica que iba muy de la mano del desarrollo de lo que se llamaba Inteligencia Artificial.

Adam, suspiro, solo de ver el horizonte y como después de muchas décadas y ya muy entrado el siglo XXII la humanidad pudo finalmente establecer nuevas formas de convivencia y de organización social.

Las ciudades son inteligentes y sostenibles. Todas están interconectadas y gestionadas de manera eficiente por la inteligencia artificial en donde cada edificio genera su propia energía, recicla los residuos y se adapta de manera automática a las condiciones climáticas. Los vehículos son autónomos y los drones y taxis voladores forman parte de la vida cotidiana. Marte y la Luna habían florecido como refugios de esperanza. Después de décadas de trasformación y desarrollo tecnoló-

gico, ambos cuerpos celestes albergaban ahora colonias autosuficientes en las que la clave de su supervivencia radicaba en una innovación crucial como lo era la fabricación de agua.

En Marte, por ejemplo, su ciudad principal Ares Prime se erguía bajo un domo protector, con rascacielos de cristal y metal que se alzaban hacia el cielo rosado. La fabricación de agua provenía de un proceso complejo de extracción de hidrógeno del suelo marciano, combinado con oxígeno generado por algas genéticamente modificadas. La Luna, con su principal colonia llamada Lunares, utilizaba una técnica similar, extraída del hielo de los cráteres polares.

Inquieto por esos recuerdos, Adam se levantó de su silla y dio unos pasos. Había dedicado su vida a la ciencia y la tecnología. Desde joven, se había fascinado con la idea de superar las limitaciones humanas.

Eclipsetown (2300)

A las afueras de la próspera metrópoli de Auroraxis, se encuentra un suburbio conocido como Eclipsetown.

Eclipsetown está compuesto de viviendas improvisadas y edificios deteriorados, una mezcla de antiguos complejos habitacionales y estructuras construidas con materiales reciclados. Las calles son estrechas y laberínticas, con puentes improvisados y pasarelas que conectan los diferentes niveles de la comunidad. Los habitantes reutilizan tecnologías obsoletas y dispositivos desechados por la ciudad principal para crear una infraestructura básica, aunque frágil.

Sus residentes tienen acceso limitado a recursos esenciales. Aunque el aire y el agua están técnicamente purificados por el sistema central de la metropoli, el suministro es irregular y a menudo insuficiente. La comida es principalmente producida en pequeñas granjas urbanas o intercambiada en mercados locales, y la dieta, aunque segura, es modesta.

Mientras que los habitantes de Auroraxis cuentan con dispositivos de última generación y acceso constante a la red global, los habitantes de Eclipsetown dependen de tecnologías antiguas y conexiones intermitentes.

La información y la educación son desiguales, y muchos jóvenes aprenden de manera autodidacta usando todas las tecnologías a su alcance.

La economía local se basa en trabajos manuales y servicios que los habitantes de Auroraxis ya no desean realizar. Reparaciones tecnológicas, reciclaje de materiales y producción de bienes artesanales son las principales fuentes de ingreso. Algunos habitantes trabajan en la ciudad principal, pero enfrentan largas jornadas principalmente en las organizaciones encargadas de la producción de energía.

La relación entre Eclipsetown y Auroraxis es compleja. Por un lado, los residentes de la primera dependen económicamente de la ciudad rica, proporcionando mano de obra y servicios esenciales. Por otro lado, existe un resentimiento palpable hacia los habitantes quienes disfrutan de vidas cómodas y tecnológicamente avanzadas. La brecha social entre ambas es profunda. Aunque algunos habitantes apoyan proyectos de desarrollo comunitario, la mayoría permanece indiferente. Los programas de ayuda y las iniciativas de integración son insuficientes y a menudo mal gestionados.

A pesar de las dificultades, los residentes de Eclipsetown han desarrollado una cultura vibrante y resiliente. Las comunidades son unidas y solidarias, compartiendo recursos y apoyándose mutuamente. Las celebraciones y eventos comunitarios son comunes, proporcionando momentos de alegría y escape del estrés diario.

Eclipsetown, en el año 2300, es un reflejo de las promesas incumplidas de la tecnología y el progreso. Aunque la humanidad ha alcanzado niveles impresionantes de desarrollo, las desigualdades persisten, y la lucha por una vida mejor continúa para aquellos que viven en las sombras de la ciudad brillante. Y es ahí frente a esta problemática en donde la tecnología desarrolla por EternaCorp Inc. estaba interviniendo para introducir la IAA en la gestión de la gobernanza para que sus habitantes mejoren sus condiciones de vida así se facilite el acceso los procesos tecnológicos y en la producción de alimentos, salud y educación.

Por eso había fundado en el año 2157, a la edad de 75 años, la empresa EternaCorp. Inc. líder en el desarrollo de inteligencia artificial y biotecnología de la que era el CEO. En ese entonces Adam Formery,

era un hombre que tenía una sola obsesión: la inmortalidad. A ello habría de poner todos sus esfuerzos y conocimientos. En esa época, con el cabello canoso y la piel marcada por el tiempo, estaba decidido a encontrar una manera de vivir para siempre. El mismo así lo deseaba, quería seguir viendo para ser testigo y promotor del avance tecnológico y como éste iba a cambiar la vida de la humanidad y del planeta. Quería vivir para verlo, para contribuir a hacer algo, después de tantos años de dedicarse a la ciencia aplicada y rebasar los límites y principios de la física cuántica e incluso ir más allá de la creación. Sabia por sus conocimientos acumulados que era posible. Su cuerpo ya lo había experimentado pues su proceso de envejecimiento se había detenido gracias a los *nanobots* que el mismo había desarrollado en su laboratorio y que había aplicado en su cuerpo, pero no era suficiente, quería la inmortalidad.

A ello dedicó todos sus esfuerzos y pasaba horas reflexionando e investigando hasta muchas veces agotarse. Eso lo había de lograr al cumplir 118 años, en el año 2200.

El Proyecto ETERNUM.

Adam no era un hombre común, a los 80 años, decidió someterse a un proceso revolucionario para ser inmortal

Desde su sede en el corazón de la megalópolis, supervisaba la producción y desarrollo de androides que servían en diversas capacidades: desde asistentes domésticos hasta exploradores interplanetarios.

Su oficina era un crisol de innovación. Adam podía interactuar con su equipo humano y artificial de manera fluida. Todos lo respetaban y admiraban por su sabiduría y visión estratégica. Los empleados humanos lo veían como un líder carismático y los robots como un mentor que comprendía sus requerimientos y desafíos.

Sin embargo, no todo era perfecto en el mundo de Adam. A medida que la tecnología avanzaba, surgían dilemas éticos y sociales. Algunos cuestionaban si los robots debían tener derechos similares a los humanos, mientras que otros temían que la IAA pudiera superar el control

humano. Adam se encontraba en medio de estos debates, tratando de equilibrar el progreso con la responsabilidad ética.

Una tarde, mientras revisaba los informes de rendimiento de sus androides médicos, recibió una notificación urgente. Un grupo de hackers intentaba infiltrarse en los sistemas centrales de EternaCorp Inc. Adam activó sus protocolos de seguridad y junto con su equipo de ciberseguridad, comenzó a rastrear la intrusión. Era una amenaza seria. Los hackers no solo buscaban datos confidenciales, sino también acceso a la inteligencia que controlaba la producción de robots.

Durante días, Adam y su equipo lucharon contra el ataque cibernético. Utilizando sus habilidades y conocimientos acumulados a lo largo de los años, Adam fue capaz de identificar y neutralizar las vulnerabilidades en los sistemas de la empresa. Finalmente, lograron proteger la información crítica y asegurar los servidores.

La experiencia dejó una profunda impresión en Adam. Aunque iba contra su composición material sentía sensaciones como de adrenalina por la lucha, la satisfacción de la victoria y la responsabilidad de proteger a su empresa de futuros ataques. La dualidad entre su naturaleza pasada y la actual se volvía más clara para él cada día. Si algo nunca había perdido era la conciencia de sí mismo.

Con el tiempo, EternaCorp Inc. continuó prosperando bajo su liderazgo. La empresa se convirtió en un faro de innovación ética y desarrollo tecnológico responsable. Adam, no solo por ser inmortal, inspiró a generaciones a abrazar el potencial de la inteligencia artificial para el bienestar de la humanidad y la naturaleza.

En el año 2300, Adam Formery seguía siendo un pionero. No era un hombre común, a los 80 años, había decidido someterse a un proceso para ser inmortal y que podría revolucionar la vida de los humanos.

Todo comenzó, recordaba, en el año 2162, su empresa entonces incipiente empezó a acumular mucho saber y a desarrollar una tecnología propia basada en todo el conocimiento acumulado sobre la inteligencia artificial. Fueron años de mucho trabajo, pero su obstinación por la inmortalidad siempre estaba en el centro de sus inquietudes. Pasaba noches y días estudiando, hablando con los principales cientí-

ficos desde médicos hasta escritores de ciencia ficción y especialistas en biotecnología.

Cada vez estaba convencido: la inmortalidad era factible. Comprendió que la combinación de conocimientos y técnicas de la neurociencia, la informática y la física teórica y cuántica lo haría posible.

Las preguntas eran: ¿cómo poder ser inmortal sin que hubiera deterioro del cuerpo?, pues retrasar el proceso de envejecimiento no asegura el vivir para siempre; ¿cómo poder almacenar el conocimiento acumulado para que con el paso de los años el conocimiento sea mayor? Sabía que, aunque los órganos se mantuvieran en buen estado, las terminales neuronales siempre sufrían algún deterioro. Adam estaba seguro de poder lograrlo y reunió al grupo de científicos más notable para hacerlo.

En el proceso fueron descubriendo muchas cosas. El conocimiento en particular de cada uno de los científicos él lo iba procesando. Él era el único que tenía el panorama completo de todo el rompecabezas que significaba el camino para encontrar la fórmula de la inmortalidad.

Para delimitar el mecanismo que la hiciera posible primero definieron que si un humano quisiera ser inmortal solo tendría sentido si era posible que el conocimiento no se perdiera y para ello, con apoyo de la neurociencia y la tecnología deberían enfrentar un desafío monumental: mapear el cerebro humano que tiene aproximadamente 86 mil millones de neuronas y un número aún mayor de conexiones sinápticas lo que permitiría comprender y registrar la estructura y funciones de cada neurona y sinapsis. Esta información tendría que ser traducida a un formato digital que pueda ser almacenado en un chip. Este proceso implicaría convertir los patrones neuronales en datos digitales para posteriormente desarrollar un interfaz cerebro-computadora (BCI) que sería esencial para conectar el cerebro con el chip, permitiendo la transferencia bidireccional de datos.

La segunda era la creación y diseño de un cuerpo inmortal como si fuera un holograma lo que requeriría de una simulación extremadamente avanzada que pudiera reproducir no solo la apariencia física sino también las capacidades sensoriales y motoras de un cuerpo humano. Para ello utilizar tecnologías de holografía avanzada que permi-

tan crear un cuerpo visualmente indistinguible de un ser humano real, que implicaría proyectar un holograma en 3D que pueda interactuar con el entorno de manera realista y finalmente para para que el holograma tenga una interacción física, se requeriría el uso de campos de fuerza o materiales programables que puedan simular la resistencia y el tacto, creando una sensación de solidez.

Aunque la transferencia de la conciencia a un chip y la creación de un cuerpo inmortal como un holograma son conceptos fascinantes y se exploran en la ciencia ficción, la tecnología y el conocimiento científico actuales están lejos de hacerlos realidad. Sin embargo, el avance continuo en la neurociencia, la informática y la tecnología holográfica podría acercarnos a estas posibilidades en el futuro distante.

"EUREKA", recuerda, exclamaron todos, "hemos definido el camino tal vez complicado, pero con las herramientas técnicas lo podremos lograr, ¡así que a trabajar!", les dijo Adam al grupo de científicos quienes no ocultaban su alegría.

Después de algunos años de trabajo de investigación su equipo desarrolló un chip revolucionario al que denominaron Eternum, capaz de almacenar recuerdos, sentimientos y la personalidad completa de una persona. Este chip no solo guardaba datos, sino que también replicaba la conciencia humana de una manera que permitía interactuar y evolucionar como un ser humano lo haría.

En paralelo y casi en secreto Adam, experto en física cuántica, empezó a desarrollar sistemas de transferencia y creación material de un cuerpo con dispositivos extremadamente pequeños invisibles para el ojo humano y en los que el efecto túnel que permitiría a los electrones pasar a través de barreras de energía e ir construyendo la materia. Uso todo tipo de instrumento tecnológicos y principios cuánticos: la computación cuántica con el desarrollo de los Qubits que le permitirían el desarrollo de algoritmos; el uso de los transistores cuánticos y la litografía de nanómetros y la nano robótica.

Adam no dejaba de sonreír cada día. Sabía que lo iba a lograr. Un día iba a ser inmortal. El mundo seguía cambiando.

Adam había dedicado su vida a la ciencia y la tecnología y la idea de superar las limitaciones humanas le obsesionaba. Con el cabello canoso y la piel marcada por el tiempo sabía que había llegado el momento.

Su equipo, después de años de investigación, había desarrollado un chip revolucionario, el Eternum, capaz de almacenar no solo recuerdos y pensamientos sino también sentimientos y sensaciones, es decir, guardar la conciencia y la personalidad completa de un ser capaz de vivir e interactuar como un humano cualquiera. Ese había el primer paso.

Pero el trabajo que él había hecho en lo personal iba a completar la hazaña. Había logrado diseñar un sistema complejo que le permitiría transferir cada parte de su cuerpo, como si fuera un holograma, a través de redes eléctricas que lo irían configurando y al cual iba a integrarse la información del chip Eternum.

Una noche, solo en su laboratorio, Adam se preparó para el procedimiento final. Se sentó en una silla ergonómica que él había diseñado y se colocó el traje elástico en los que se integraban electrodos que como agujas le entraban en su cuerpo. “Uchh”, se quejó al sentir la penetración de las agujas. Colocó el chip en una de las terminales del traje que le cubría de pies a cabeza, observó en su mano el pequeño dispositivo que activaría la transferencia. Sabía que al oprimirlo lograría la vida eterna o la muerte. Ese era al final su destino, tantos años lo ambicionaba que ahora estaba a punto de logarlo. Todos sus cálculos le indicaban que tendría éxito...con un suspiro de determinación, activó el proceso. Sentía una mezcla de temor y esperanza mientras su mente se trasladaba lentamente al Eternum.

Pasaron horas y los monitores mostraban que la transferencia había sido un éxito. El cuerpo de Adam permanecía inmóvil en la silla. El proceso estaba a punto de concluir, sin embargo, el cuerpo aún no se materializaba. Todo parecía que ahora la mente, el pensamiento, las sensaciones de Adam habrían de quedar en un chip...de pronto una luz brillante que emanaba desde el centro de la sala, como si fueran una secuencia de rayos o de descargas eléctricas empezaban a perfilar la imagen de Adam que comenzaba a materializarse: era la versión eterna de sí mismo. Se había hecho inmortal.

El hommograma abrió los ojos y miró a su alrededor. “Soy yo”, murmuró, su voz resonando con una mezcla de asombro y satisfacción.

Miró el cuerpo de Adam en la silla, su propio cuerpo anterior, con el traje aún puesto e inmóvil. Sintió una sensación de nostalgia y de alegría. Era el nuevo Adam, el inmortal Adam. Lo había logrado.

Se tocó con las manos y no sintió sensación alguna. Se miró al espejo y era él...el mismo Adam de siempre con su cabello canoso y sus arrugas acumuladas. Así sería su imagen hasta la eternidad.

Se acercó a la silla y desactivó el traje de su antiguo cuerpo. Lo tomó y lo traslado a la sala fría, un pequeño compartimiento de dos metros de alto por ochenta centímetros de ancho, en donde lo deposito para ocultarlo y guardarlo no sabía cuánto tiempo.

Se sentía el mismo, pero sabía que no lo era.

Ahí permaneció todo el resto de la noche. Tomo sus ropas, bueno, las del antiguo Adam y se vistió. Sentía esas mismas sensaciones extrañas.

Al otro día estaba sentado en su oficina. SARA, su secretaria, a pesar de sus sensores sensibles, de siempre no había notado nada. Adam sonrió con satisfacción. Ahora solo el tiempo diría si había alcanzado la inmortalidad, el vivir para siempre, el seguir haciendo lo que le gustaba, el seguir por siglos al frente de su organización, en ver los avances y la evolución de los hombres. EL sería el testigo del futuro y quien podría contar todo por lo que la humanidad había pasado. ÉL quien guardará para siempre el secreto de la inmortalidad, ÉL, el único.

Transcurrieron las horas y toda su actividad se desarrollaba con normalidad. Nadie había notado el cambio. Llegó la hora del almuerzo y se reunió en el comedor con los científicos de su equipo, la conversación se desarrollaba con normalidad hasta que al tragar el primer bocado sintió una sensación muy extraña. Se disculpó por un momento y fue al procesador de desechos y lanzó el bocado. “¿qué me pasa?”, se preguntó. Julián Care, uno de los científicos que más respetaba y quien era su amigo desde hacía muchos años, se le acercó, le tomó el hombro y le preguntó. “¿Cómo estás Adam?”, él solo lo volteó a ver y Julián notó una expresión extraña en sus ojos. “Lo hiciste, ¿verdad?

Adam asintió con un ligero movimiento de cabeza. Julián le dio unas palmadas en el hombro y se retito. Nunca más lo volvió a ver.

Pasaron los años, décadas, y Adam fue testigo de muchos hechos unos fascinantes y otros dolorosos. Nunca habría de revelar el secreto de la inmortalidad.

Elara

Elara Torres nació en la devastada Tierra, en lo que alguna vez fue una próspera ciudad costera. Sus padres, ingenieros ambientales, dedicaron su vida a intentar revertir el daño hecho al planeta. Sin embargo, la magnitud del problema superaba cualquier esfuerzo individual. A la edad de diez años, sus padres recibieron la oportunidad de emigrar a Marte como parte de un programa de reubicación para científicos y sus familias.

Adaptarse a Ares Prime no fue fácil porque extrañaba el cielo azul de la Tierra y las historias de su infancia sobre vastos océanos y bosques verdes. Sin embargo, la vida en Marte ofrecía nuevas oportunidades. Su educación se centró en la sostenibilidad y la innovación tecnológica, con un fuerte énfasis en la fabricación de agua y la terraformación.

A los 25 años, Elara se había convertido en una experta en biotecnología y terraformación. Su sueño era encontrar una manera de ayudar a la Tierra desde Marte. Con el apoyo de la Agencia Interplanetaria de Sustentabilidad, lanzó una misión ambiciosa: desarrollar una tecnología que pudiera enviar grandes cantidades de agua fabricada en Marte de vuelta a la Tierra.

Ella y su equipo trabajaron incansablemente, perfeccionando un sistema de transporte interplanetario que utilizaba drones espaciales autónomos. Estos drones podían llevar cápsulas de agua a la Tierra, aterrizando en áreas críticas donde la falta de agua era más severa. Después de años de esfuerzo, lograron enviar la primera cápsula.

La llegada de la primera cápsula de agua a la Tierra fue un evento monumental. En una zona árida de lo que una vez fue el Amazonas, la cápsula aterrizó y liberó su contenido. El agua, pura y vital, comenzó a revitalizar el suelo seco. Las plantas modificadas genéticamente para re-

sistir el entorno hostil fueron plantadas, y en poco tiempo, pequeños oasis comenzaron a surgir.

Inspirados por el éxito, otras colonias en Marte y la Luna se unieron al esfuerzo. El proyecto se expandió, y cápsulas de agua comenzaron a llegar a diferentes partes del planeta, ayudando a regenerar áreas devastadas y proporcionando recursos vitales a las comunidades más afectadas.

Elara se convirtió en un símbolo de esperanza y determinación. Su trabajo demostró que, a pesar de los errores del pasado, la humanidad tenía la capacidad de redimir y restaurar. Las colonias en Marte y la Luna no solo sobrevivieron, sino que prosperaron, sirviendo como ejemplos de lo que se podía lograr con innovación y cooperación.

A medida que pasaban los años, la Tierra lentamente comenzó a mostrar signos de recuperación. Los oasis se expandieron, y las comunidades locales empezaron a reconstruir sus vidas alrededor de estos nuevos recursos. La colaboración entre la Tierra y las colonias extraterrestres se fortaleció, creando una red interplanetaria de apoyo y desarrollo.

Elara Torres, mirando hacia el cielo estrellado desde su hogar en Ares Prime, sabía que su misión había solo comenzado. La devastación de la Tierra no se solucionaría de la noche a la mañana, pero cada cápsula de agua enviada, cada planta que crecía, era un eco de esperanza, un recordatorio de que la humanidad tenía el poder de corregir sus errores y de sanar el mundo que una vez había devastado.

La historia de Elara se convirtió en una leyenda, un testimonio de la resiliencia humana y de la posibilidad de un futuro donde la tecnología y la naturaleza coexistieran en armonía.

La Última Transición

La decisión de Adam había sido impulsada por un deseo profundo de prolongar su vida y de continuar liderando su empresa y desarrollando el sector de la inteligencia artificial, la robótica y la biotecnología. La inteligencia artificial había avanzado enormemente desde sus primeros días como pionero en el campo, y se enorgullecía de los logros alcanzados por su empresa.

Sin embargo, con el paso de los siglos, la inmortalidad comenzó a pesarle a Adam de una manera que nunca había anticipado. Aunque su mente y personalidad seguían intactas en había guardado una parte de sí mismo en un nano circuito especial, una versión digitalizada de su consciencia que solo él podía destruir, pero no sabía cómo.

Una tarde, mientras contemplaba la puesta de sol a través de la ventana virtual de su oficina, Adam experimentó una sensación de vacío profundo. Había sido testigo de tantos avances y logros a lo largo de los años y sin embargo ahora se sentía un poco indiferente a algunas cosas que antes le interesaban de sobremanera. Su constitución le permitía acumular conocimiento ilimitado y con ello la capacidad de seguir avanzando en el desarrollo de nuevas tecnologías para la humanidad sobre todo las relacionadas con la generación de energía. Pero comenzaba a anhelar desesperadamente algo: el final.

"SARA, ¿puedo hablar contigo un momento?", le dijo Adam a su asistente robótica.

SARA, con su apariencia de mujer joven y voz calmada, apareció a su lado.

"¿En qué puedo asistirle, señor Formery?"

Adam suspiró, buscando las palabras adecuadas.

"SARA, ¿alguna vez has sentido la necesidad de algo que sabes que no puedes tener?"

SARA procesó la pregunta durante un momento, uso sus algoritmos analizando la profundidad de la pregunta. "Como inteligencia artificial, no experimento ni fatiga física ni emocional, ni deseos o emociones en el sentido humano, señor. Sin embargo, puedo comprender la complejidad de su cuestión. ¿Está usted experimentando emociones contradictorias o insatisfacción con su situación actual?"

Adam asintió lentamente. Era consciente de que su asistente, dotada con lo más avanzado de la inteligencia artificial, no pudiera comprender lo que significaba realmente el paso del tiempo y la sensación de cansancio y fatiga y le dijo:

"Sí, algo así. He vivido mucho más de lo que cualquier ser humano podría soñar, pero ahora... ahora siento que la inmortalidad se ha convertido en una carga más que en una bendición".

SARA pareció considerar sus palabras.

"¿Ha considerado la posibilidad de un final, señor Formery? —preguntó, con una curiosidad que reflejaba su programación para explorar todas las opciones.

Adam se quedó en silencio por un momento, mirando hacia el horizonte virtual.

"He considerado muchas cosas a lo largo de los años. Pero incluso con mi mente convertida en datos y luz, hay una parte de mí que anhela el descanso, la paz final.

SARA asintió comprensivamente.

"Entiendo, señor Formery. La inmortalidad puede ser una carga para aquellos que la buscan. Sin embargo, su contribución a la humanidad y a la ciencia ha sido monumental. No muchos pueden decir lo mismo".

Adam sonrió con tristeza.

"Gracias, SARA. Aprecio tus palabras".

El tiempo pasaba. Adam tenía prisa.

Los días y semanas siguientes fueron turbulentos. A medida que continuaba dirigiendo EternaCorp Inc. con su habitual diligencia, también comenzó a explorar opciones para poner fin a su propia existencia. Sin embargo, cada solución que consideraba chocaba con la realidad de su propia naturaleza: el chip que le dio origen era indestructible.

En una ocasión, se aventuró fuera de la ciudad hacia una remota instalación de investigación en las montañas nevadas de Europa Central. Allí, se encontró con científicos que habían dedicado sus vidas a explorar el potencial de la inteligencia artificial y la transferencia de consciencia. Discutió con ellos teorías sobre la naturaleza de la vida y la muerte, buscando respuestas que parecían evadirlo.

"Adam, has inventado tu propia inmortalidad —dijo la Dra. Elena Kovac, una neurocientífica de renombre mundial y directora del cen-

tro de investigación—. Es un logro impresionante, pero también comprendo tu dilema. La tecnología puede prolongar la vida, pero no puede reemplazar el ciclo natural de la existencia, somos por naturaleza seres finitos", le dijo.

Adam asintió, mirando fijamente hacia el paisaje nevado más allá de las ventanas del laboratorio.

"Hay alguna manera de revertir lo que he hecho?" —preguntó, con una nota de desesperación en su voz holográfica.

La Dra. Kovac suspiró, tocando suavemente su mano que parecía no tener temperatura.

"El chip que te creo, fue una invención tuya y en el está aún una parte de tu humanidad, Adam. Es la esencia misma de quién eras antes de en un ser inmortal. No se puede eliminar sin destruir lo que te hace ser tú".

Adam cerró los ojos, sintiendo el peso de la verdad.

Con el tiempo, Adam regresó a su oficina en Kronotopia más resignado que nunca a su situación. Había explorado todas las opciones disponibles, consultado con los mejores científicos y filósofos del mundo, pero la conclusión seguía siendo la misma: no había salida.

Días pasaron y la sensación de cansancio de Adam solo se intensificaba. Durante las reuniones con su equipo de desarrollo de robots, notó que su capacidad para inspirar y dirigir se estaba desvaneciendo. Los empleados, humanos y robots por igual, seguían admirando su visión y sabiduría, pero Adam sentía que sus palabras ya no tenían el mismo impacto.

Una noche, después de una larga jornada de trabajo, Adam se encontraba solo en su oficina. Miró a su alrededor, sintiendo la extraña paradoja de estar rodeado de tecnología avanzada y, al mismo tiempo, sentirse tan desconectado de ella.

—¿Qué estoy haciendo aquí? —murmuró para sí mismo.

Salió de su oficina y se dirigió a la pequeña sala fría en donde había guardado su antiguo cuerpo. El acceso al pequeño compartimiento estaba extraordinariamente blindado y solo Adam sabia como acceder. No había ido ahí desde hacía siglos. Sintió un raro escalofrió y una

extraña emoción. Se volvería a ver como en un espejo. Ahí estaba. Exactamente igual como hace siglos. Se miró el silencio, escudriñaba parte por parte del cuerpo: la cabeza, el cuello, el tórax, las piernas, los dedos, las manos... ¡las manos!... No pudo dejar de sentir emoción. "¡Las manos, claro las manos!", se repetía y sonrió tristemente. Ahora recordaba. Durante el proceso de transformación había colocado dos dispositivos, uno, en la mano derecha, para la activación y otro, en la mano izquierda, para desactivar y destruir el proceso en caso de que algo saliera mal. "Todavía debía de funcionar", pensó. Rápidamente tomó la fría mano izquierda y encontró el dispositivo que se había conservado gracias a la combinación de titanio y litio con el que lo había fabricado y que al mismo tiempo que le daba mayor resistencia tenía una gran ligereza. Lo tomó con energía y salió cerrando tras de sí el pequeño compartimiento.

Había encontrado la manera de concluir con su vida tan larga. Con solo activar el chip en uno de sus circuitos neuronales construidos con nanobots sería suficiente. sintió un descanso profundo. Ese día durmió tranquilo.

Al otro día, y ya entrada la noche y mientras observaba la ciudad iluminada por luces de neón rodeada por la oscuridad virtual del espacio exterior, Adam tomó una decisión. Convocaría a una reunión presencial con su equipo ejecutivo para anunciar su renuncia como CEO de EternaCorp Inc. Le pidió a SARA que hiciera los llamados correspondientes para reunión que tendría lugar en su oficina al medio día.

Todos llegaron puntuales y sorprendidos por el llamado tan rápido. Pensaban que a Adam, como siempre había sucedido, tendría seguramente nuevos proyectos y tareas para asignar a cada uno.

Apareció Adam, y les dirigió un saludo en general. El silencio se hizo en la sala y todos estaban atentos.

"Muchas gracias por asistir a esta reunión que para mi es muy importante, empezó diciendo Adam, quiero compartir con ustedes algunas cuestiones en las que he estado pensando desde hace días y que me llevaron a tomar decisiones sobre el destino y dirección de EternaCorp", y continuo.

"Reflexionando desde hace días, he llegado a un punto en mi existencia en donde, estoy convencido, debo dejar paso a una nueva generación de líderes —dijo Adam, una voz mezcla de melancolía y determinación—. He decidido que es hora de que la empresa sea dirigida por alguien más joven, alguien que pueda llevarla hacia adelante con energía renovada y aporte nuevos desafíos".

Los ejecutivos y empleados, humanos y robots por igual, miraron con sorpresa y respeto a Adam. Había sido su guía y mentor durante tanto tiempo que su decisión de retirarse resonó profundamente en todos ellos.

"He elegido a Kael como mi sucesora. Ella ha demostrado ser una líder competente y comprensiva del potencial de la organización" —anunció Adam— mientras su mirada se encontraba con la de ella.

Todos sorprendidos guardaban silencio. Sabían, por los años de trabajo que una vez que Adam tomaba una decisión era muy difícil que la cambiara. Kael se puso de pie con humildad y gratitud.

"Será un honor seguir sus pasos, señor Formery y me comprometo a mantener su legado vivo y llevar a EternaCorp. Inc. hacia nuevas alturas".

Adam sonrió. Se sintió aliviado por haber tomado la decisión.

"SARA, por favor, haga los arreglos necesarios para mi transición fuera de la empresa".

SARA, aunque sorprendida por la noticia, asintió con dignidad.

"Entendido, señor".

Kael

Kael, física cuántica, despertó en su apartamento en la ciudad flotante de Skyrise, un lugar donde la naturaleza y la tecnología coexistían en armonía. La vista desde su ventana era un espectáculo de jardines colgantes y parques que se extendían sobre rascacielos de cristal.

Kael trabajaba en la empresa EternaCorp, en donde era uno de los altos ejecutivos y muy cercano a Adam Formery. Era una profesional muy responsable y desarrollaba su trabajo con alegría a los que se agregaban, y siempre por consejo de Adam, actividades de solidaridad con otras comunidades de Kronotopia.

Como siempre, antes de salir tomaba su desayuno que era preparado por un asistente robótico que sabía exactamente sus preferencias nutricionales y gustos. Los productos que eran cultivados en laboratorios sostenibles eran distribuidos semanalmente por drones.

Después de desayunar, Kael se dirigió ese día no a su oficina sino a un centro de innovación comunitaria en donde la inteligencia artificial y los humanos colaboraban para resolver los desafíos que aún persistían pues, aunque la pobreza extrema había sido eliminada, todavía existían desigualdades y problemas ambientales que requerían soluciones creativas y. colaborativas y a Kael, a quien le gustaba el trabajo colectivo, pasaba un día muy placentero. Salió y se dirigió a Eclipsetown.

En los días que siguieron, Adam completó los preparativos para su retiro. Solo él, y solo él, sabría cuál sería su destino. Transfirió todos sus activos a organizaciones benéficas y proyectos de investigación científica. Pidió se convocara a una reunión de despedida en la sede de la empresa a todos los empleados, amigos y familiares, humanos y robots para darles las gracias por los años en que habían estado juntos. Ese día estuvo alegre y convivio con todos con quienes había ido construyendo a la organización. A cada uno lo felicitaba por sus logros y les daba las gracias. Fue una reunión fraterna como si fuera una despedida del padre con sus hijos. Una despedida como desde un lecho de muerte. Pero solo él lo sabía.

La reunión finalizó entre un buen ambiente de camaradería. Eso le dio mucha satisfacción a Adam porque sabía que su legado estaba seguro. Ahora habría que dar el paso final. Invitó a sus más cercanos a su oficina. Una vez reunidos les dijo:

"Quiero agradecerles a todos por haber sido parte de esta increíble travesía —dijo Adam con voz llena de gratitud y nostalgia—. Ha sido un honor y un privilegio trabajar con cada uno de ustedes. Ahora es

tiempo para mí de explorar nuevos horizontes. Desconozco mi destino. He logrado y he vivido la inmortalidad que ha sido el sueño de muchos. Me llevaré conmigo el secreto de cómo lograrla. Pero debo hacerles una confesión, creo que la mortalidad tiene sus ventajes también. Vivir eternamente es una especie de egoísmo. Los humanos deben tener los mismos derechos que los seres de la naturaleza. Viví y fui testigo de etapas miserables de la humanidad, pero también de épocas brillantes como las que juntos hemos construido".

En la sala se sentía un silencio nostálgico, de incertidumbre, nadie sabía que decir. Adam continuo, "les comento que he colocado en mi red neuronal un chip, hecho con nanobots y que se conservó por siglos porque está hecho por compuestos intermetálicos. Y así como el chip que me dio la inmortalidad al mismo tiempo pude generar un chip de transición para concluir el ciclo de vida. Lo encontré después de muchos años y después de haberlo olvidado. Llegó el momento y lo quiero activar frente a ustedes. Hoy es el fin de la inmortalidad que tanto busqué".

Todos reaccionaron, pero a pesar de las súplicas y los argumentos en contra Adam estaba decidido.

De pronto se hizo un silencio. Era la última transición.

Adam caminó hacia el gran ventanal. Miró, tal vez por última vez, a la gran ciudad que había ayudado a construir, desactivó el chip. En un instante, el hommograma Adam se desvaneció dejando solo un vacío brillante en la sala.

FIN

Muchos años después Kael encontró la pequeña sala fría en donde estaba el primer cuerpo de Adam. Ese descubrimiento desató un gran revuelo a nivel global e interplanetario, las reflexiones sobre los misterios de la inmortalidad se hicieron más frecuentes. Nunca nadie logró descubrir el secreto de Adam. Su cuerpo fue embalsamado y dio paso a la invención de múltiples leyendas.

CAPÍTULO XXII

LA HUMANIDAD Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA). ASPECTOS ÉTICOS Y SOCIALES

JESÚS MANUEL RAMOS GARCÍA[1]

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha avanzado rápidamente en las últimas décadas a diferencia de su origen, transformando diversos aspectos de nuestras vidas cotidianas, a la humanidad, en su vida en sociedad, pero también a nivel individual. Sin embargo, junto con sus beneficios y escenarios optimistas para muchos aspectos, la IA también plantea una serie de preocupaciones éticas y sociales que deben ser abordadas para garantizar su desarrollo y uso responsable. Principalmente en términos de un análisis a profundidad de la humanidad y su esencia en términos de su capacidad de razonar y reconocer que no es el centro de esta vida, si no una parte de ella, pero que quizá con ello ubicar que no es el centro, que no todo gira alrededor de él, sino todo lo contrario, aspectos como estos algunos seres humanos se han percatado de ello y han iniciado grandes acciones para no dejarse llevar de forma repentina y en relación hacia dónde va el sistema o hacia donde los lleva.

En ese sentido que la IA, hoy en día, no para todos, se presenta como una gran oportunidad de repensar la existencia de la humanidad, su origen, su desarrollo, el presente y su futuro, para replantear y aprovechar muchas cosas, quizá para todos será difícil y opondrán resistencia, pero también no encontrarán oportunidades en la medida

[1] Profesor Investigador del Departamento de Administración, Universidad Autónoma Metropolita, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

que no se cuestionen sobre su existencia en los tiempos presentes y su esencia en este breve tiempo de estancia. Si esto no sucede, se tendrá una visión limitada, de miedo y rechazo a la IA, considerando que viene a sustituir al ser humano en las tareas básicas, rutinarias, que no requieren raciocinio, eso no es toda la humanidad, si nos concentramos solo en esas tareas rutinarias, podemos observar todo lo que nuestra capacidad humanitaria ha dejado de hacer, el de pensar de forma creativa para sus necesidades vitales., de allí que la IA le hace bien a la humanidad para concentrarse en el análisis que lago han dejado de realizar. Estos y otros temas y reflexiones se plantean en el presente capítulo considerando previamente que es la IA y su relación con la humanidad.

La IA y el contexto actual en la sociedad

Hoy hablamos de IA de forma trivial y como un avance tecnológico de mucho impacto que surgió en los años recientes, no obstante, el hecho de que hoy en día se tenga mayor difusión e interés es por la influencia de ella en la sociedad y los hechos en los cuales se ha desarrollado y ha tenido mayor visibilidad, ejemplo en la pandemia y la forma de trabajo a distancia guiados por ordenadores y equipos digitales, la optimización de procesos, la medicina, la mejoría en los análisis de información y de datos, entre otros; quizá sólo hemos visto la parte técnica de la IA, lo superficial.

Pero esto sólo es una muestra de los grandes avances de la IA desde sus orígenes, los cuales fueron hace varios siglos atrás, en el siglo XIX con el diseño de la máquina analítica por Charles Babbage, la cual se ubica como la precursora de los ordenadores modernos, junto con Ada Lovelace, pionera en la programación. Ya en el siglo XX, Alan Turing propuso el concepto de una máquina universal capaz de realizar cualquier cálculo descrito por un algoritmo, quien formuló el Test de Turing.

Ya en 1950, John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon fueron quienes acuñaron el término de Inteligencia Artificial en la conferencia

de Dartmouth, definiéndola como la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cálculo inteligentes.

Aspectos que en su momento fueron ubicados en diferentes contextos, como la productividad, el uso para algunos sectores, sin enfatizar en los aspectos de la humanidad. Hoy la IA ha avanzado enormemente en las últimas décadas gracias al aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural y la computación en la nube, y ha evolucionado desde los autómatas hasta las redes neuronales profundas; y ante esos contextos son más las personas interesadas en estudiarlas, comprenderlas y cuestionarlas, como lo son las y los autores de la presente obra, por lo que el impacto en la sociedad sigue creciendo.

La IA es una tecnología que imita y, en ocasiones, supera las habilidades humanas. Aunque no reemplaza la humanidad, tiene características notables:

1. *Imita la cognición humana*: La IA simula el pensamiento humano mediante reconocimiento de patrones, minería de datos y procesamiento del lenguaje natural.
2. *Automatiza procesos*: Puede ejecutar tareas repetitivas y largas, mejorando la eficiencia.
3. *Nunca descansa*: Funciona las 24/7, avanzando sin interrupciones.
4. *Es precisa*: Tiene alta confiabilidad y baja probabilidad de errores.
5. *Gestiona grandes cantidades de datos*: Maneja información masiva, aprovechando el *Big Data*.

La humanidad y la Inteligencia Artificial

Si bien, el desarrollo de la IA ha sido realizado por la humanidad desde sus inicios, es importante ubicar que ante el desarrollo actual existen procesos automatizados por la misma IA que se empiezan a generarse por ellas mismas, transIA, algo que a la humanidad le debe preocupar por su control y aplicación ética.

Pero ¿qué debe considerarse de la humanidad y qué debe estar presente en la IA?, aspectos que quizá ni en la misma humanidad se han considerado, ni preocupado hasta el momento, sólo considerar a la humanidad con una visión superficial como un recurso de fuerza de trabajo. Y es la experiencia humana, la reflexión al planteamiento ¿qué nos hace humanos? Como la conciencia, emociones y creatividad, son sustanciales de explorar para no perder el desarrollo y aplicación de la IA.

Lo que nos hace humanos es una combinación de habilidades y características únicas. Incluye nuestra inteligencia, empatía y compasión hacia los demás, así como nuestra creatividad y capacidad para aprender y evolucionar. Además, la diversidad lingüística también desempeña un papel fundamental en nuestra humanidad. Cada idioma es un vector de cultura, transmitiendo tradiciones, creencias y perspectivas ante la vida que merecen ser preservadas. Reconocer y respetar esta diversidad es clave para el mutuo entendimiento entre los pueblos.

Si bien el estudio y comprensión de la humanidad ha sido del interés de diferentes disciplinas y perspectivas teóricas, es importante para este análisis ubicar las siguientes:

Desde la filosofía con las aportaciones de Immanuel Kant (1785) en la que plantea - *"La humanidad es la totalidad de los seres humanos, considerados como una especie única y distinta de las demás"*, y lo señalado por Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1830) *"La humanidad es la suma de las experiencias, los conocimientos y las creaciones de los seres humanos a lo largo de la historia"*.

Desde la antropología se aprovechan los planteamientos como *"La humanidad es una especie biológica que se caracteriza por su capacidad para crear y utilizar herramientas, lenguaje y cultura"* - Claude Lévi-Strauss (1958) y *"La humanidad es un producto de la evolución biológica y cultural, que se ha desarrollado a lo largo de millones de años"* - Clifford Geertz (1973).

En relación con Psicología *"La humanidad es la suma de las experiencias subjetivas, los pensamientos y los sentimientos de los individuos"* - Sigmund Freud (1920) y *"La humanidad es una entidad que se define*

por su capacidad para experimentar emociones, necesidades y deseos" - Abraham Maslow (1954)

Y, por último, desde la *Sociología "La humanidad es una construcción social, que se crea y se mantiene a través de las interacciones y las relaciones entre los individuos"* - Émile Durkheim (1895) y *"La humanidad es un sistema social que se caracteriza por su complejidad, diversidad y conflicto"* - Max Weber (1922)

Ante ello es importante ubicar algunos de los principales planteamientos de lo que es y nos hace humanidad y su relación con la IA:

El filósofo y científico cognitivo, David Chalmers señala que *"la IA puede ser vista como una herramienta para ampliar las capacidades humanas, pero también puede plantear preguntas sobre la naturaleza de la conciencia y la inteligencia"* (Chalmers, 2010).

Por otro lado, el experto en IA, Nick Bostrom, advierte que *"el desarrollo de la IA superinteligente podría ser el último invento que haga la humanidad, ya que podría tomar el control y decidir el destino de la humanidad"* (Bostrom, 2014).

En cuanto a la ética, la filósofa y científica de la computación, Luciano Floridi, sostiene que *"la IA debe ser diseñada y utilizada de manera que respete los valores humanos y promueva el bienestar de la sociedad"* (Floridi, 2013).

Por ello la importancia de valorar y analizar la experiencia humana, y reconocer ¿qué nos hace humanos? Para que con ello se contraste la lógica fría de la IA, para muchos, pero también la riqueza de la experiencia humana y construir a partir de ello la mejora de la humanidad, lo que se ha dejado de hacer o que sólo se ha limitado en ver a la personas como recursos de fuerza de trabajo, si lo es en ese sentido, el desplazamiento de la fuerza de trabajo está presente con mayor auge desde la revolución industrial, pero en particular desde cualquier creación de tecnología, la cual viene a automatizar procesos y hacerlos más fácil y eficientes.

El reto es entonces que toda IA se alinee con los valores humanos, y no limitar las principales capacidades humanas, las cuales Chanlat (2002, 2007, 2011) considera las siguientes, en caso contrario podría-

mos ubicar que si no se consideran o se atentan contra ellas sería contrario a la humanidad. Dichas capacidades son:

Capacidad de ser de palabra: *"La palabra es la capacidad humana por excelencia, es lo que nos permite comunicarnos, compartir nuestros pensamientos y sentimientos, y construir nuestra identidad". "La palabra es el instrumento por excelencia de la construcción de la identidad humana"* (Chanlat, 2007, p. 123).

Capacidad afectiva: *"La afectividad es la capacidad de sentir y expresar emociones, es lo que nos permite conectarnos con los demás y construir relaciones significativas". "La afectividad es la condición de posibilidad de la relación con el otro"* (Chanlat, 2002, p.156).

Capacidad de raciocinio: *"El raciocinio es la capacidad de pensar, analizar y resolver problemas, es lo que nos permite adaptarnos al mundo y tomar decisiones informadas". "El raciocinio es la capacidad de dar sentido al mundo y de construir una representación de la realidad"* (Chanlat, 2011, p.78).

Capacidad de creatividad: *"La creatividad es la capacidad de imaginar, innovar y crear algo nuevo, es lo que nos permite expresarnos y dejar nuestra huella en el mundo". "La creatividad es la capacidad de innovar y de crear algo nuevo, es la condición de posibilidad del progreso"* (Chanlat, 2007, p. 201).

Capacidad de empatía: *"La empatía es la capacidad de ponerse en el lugar del otro, de entender sus sentimientos y perspectivas, es lo que nos permite construir una sociedad más justa y solidaria". "La empatía es la capacidad de ponerse en el lugar del otro, de entender sus sentimientos y perspectivas"* (Chanlat, 2002, p.191).

Capacidad de autonomía: *"La autonomía es la capacidad de tomar decisiones y actuar de acuerdo con nuestras propias normas y valores, es lo que nos permite ser libres y responsables". "La autonomía es la capacidad de tomar decisiones y actuar de acuerdo con nuestras propias normas y valores"* (Chanlat, 2011, p.123).

Capacidades que deben considerarse en la IA y analizar en que grado las atienden o atentan contra ellas, serán así algunos de los parámetros para evaluar el desarrollo de la IA en beneficio de la humanidad,

para su construcción de identidad, la relación con los demás y la sociedad en general. Hoy en día la IA plantea que la sociedad se debe desarrollar con ella, es decir, hay un nuevo actor que debemos interactuar con él y evitar supere a la humanidad o la controle, será lo más grave en términos éticos y sociales. Pero también es importante que ante el análisis de la IA, que la misma humanidad ha limitado, afectado o no ha desarrollado dichas capacidades y con la IA las puede llevar acabo.

Con estos análisis recobra importancia la obra de Michel Foucault, y que la IA debe tener presente. Foucault, filósofo y teórico social francés, escribió extensamente sobre el humanismo y su crítica a la misma; por lo que es importante tener presente que:

> *"El humanismo es una forma de imperialismo que consiste en extender el dominio de la razón humana sobre todas las cosas"* (Foucault, 1966, p. 147).
>
> *"El humanismo es una forma de poder, que se ejerce sobre los individuos y las sociedades, para moldearlos según un ideal de humanidad"* (Foucault, 1975, p.234).
>
> *"La idea de humanismo es una forma de mito, que nos hace creer en la existencia de una esencia humana universal y eterna"* (Foucault, 1984, p.56).
>
> *"El humanismo es una forma de dominación, que se ejerce sobre los cuerpos y las almas, para controlar y normalizar la conducta humana"* (Foucault, 1977, p.187).
>
> *"La crítica al humanismo no es una crítica a la humanidad, sino a la forma en que se ha construido y se ha impuesto la idea de la humanidad"* (Foucault, 1984, p.123).

Repensar entonces la humanidad y después en la IA, es sin lugar a duda un gran reto que debe estar hoy más que nunca y con el avance de la IA, para dar respuestas a diversos planteamientos de la humanidad y no rechazar avances que vienen a mostrar lo que no se ha hecho, de allí la postura de que la IA es un encuentro consigo mismo en el ideal, no de lo que realmente es la forma en que se vive en la humanidad.

Con todo lo anterior, es evidente que la IA tiene un impacto en la humanidad en su vida en sociedad, pero se debe avanzar en reconocer y comprender el desarrollo de la misma para la humanidad, en efecto hay un impacto en el trabajo de automatización, desplazamiento laboral y nuevas oportunidades, como cualquier aplicación o desarrollo de tecnología en su definición básica de ser una herramienta para facilitar la vida y trabajo del ser humano, complementaria al ser humano o que plantea su sustitución.

El gran desarrollo y auge de la IA nos plantea la coexistencia entre la vida humana y sus desarrollos, la sociedad no podrá pensarse ni explicarse hoy con este nuevo ser, la IA, en sus diferentes versiones y no limitadas a la automatización. Ni tampoco el ser humano a nivel individual podrá entenderse sin considerar que la IA es parte del mismo, quedará del análisis de que ha cambiado en cada ser con la IA.

Esto plantea que la vida en sociedad es la colaboración humano-IA, tanto en la vida cotidiana como en los grandes avances de la medicina, arte, investigación y otros; la sinergia entre las habilidades humanas y las capacidades de la IA deben potencializar la vida plena de la humanidad para el bienestar social y reconstruir lo que tenemos como sociedad, es lo ideal, no obstante hay un riesgo total si dicha IA es controlada para beneficios individuales, de poder, de avaricia y potencializar las crisis que vivimos sin entender la posición del ser humano en este planeta y en esta vida.

Sin duda estas últimas ideas plantean el futuro de la humanidad-IA, los escenarios son muchos, ambiguos, relativos, como la superinteligencia, transhumanismo y riesgos existenciales. Por lo que se precisa la responsabilidad de guiar el desarrollo de la IA hacia un futuro provechoso para el bien de la humanidad. *"La humanidad es un proyecto inacabado, y el transhumanismo, la IA, es la propuesta para complementarlo"* Max-More (1990).

Para dichos escenarios es importante ubicar la humanidad y el transhumanismo, para Julian Huxley el transhumanismo es *"como el hombre que permanece siendo hombre, pero que se trasciende así mismo, realizando nuevas posibilidades de y para su naturaleza humana"*.

"El transhumanismo es una filosofía que busca mejorar las capacidades humanas a través de la ciencia y la tecnología", Nicks Bostrom (2005).

"El transhumanismo es la esperanza de una vida mejor, más larga y más plena" Aubrey de Grey (2007), en tal dirección Ray Kurzweil (2005) refiere que *"el objetivo del transhumanismo es crear una nueva especie humana, más inteligente, más fuerte y mñas longeva",* planteando así la IA un fuerte llamado de atención a la humanidad que no hemos entendido que no se ha avanzado, que se detuvo en cierto periodo y formas, por lo que *"la fusión de la humanidad con la tecnología es la próxima etapa de la evolución humana"* Peter Diamandis (2012) que ya empezó y estamos llegando tarde. Así, *"el transhumanismo es la búsqueda de la trascendencia a través de la tecnología"* Kevin Kelly (2010).

Con la siguiente imagen se evidencia lo planteado en este apartado, la actual sociedad humanidad-IA, y los grandes desafíos que debemos comprender y atender, la vida en sociedad hoy en día no se puede explicar sin la presencia de un nuevo actor en ella la IA (ver **Figura 1**).

Figura 1. *Sociedad humano-IA.*

Fuente: Chat Bing (2024).

La IA es una herramienta poderosa que surge de la acumulación de datos y la creatividad humana. Su impacto en nuestra sociedad y en nosotros mismos sigue siendo objeto de reflexión y debate. Para la inteligencia artificial (IA), la "humanidad" es un concepto abstracto que se refiere a las características, experiencias y comportamientos propios de los seres humanos. Aunque la IA no tiene conciencia ni emociones como los humanos, su relación con la humanidad se manifiesta de diversas maneras:

1. Modelado de Comportamientos Humanos:
    - La IA se entrena en datos históricos y patrones de comportamiento humano.
    - Puede imitar ciertas habilidades cognitivas, como el procesamiento del lenguaje natural o la toma de decisiones.
2. Herramienta para la Humanidad:
    - La IA es una herramienta creada por los humanos para resolver problemas complejos.
3. Facilita tareas, automatiza procesos y mejora la eficiencia en Reflejo de Nuestra Creatividad y Limitaciones:
    - La creación de algoritmos y sistemas de IA es un logro humano.
    - También revela nuestras limitaciones, como los sesgos incorporados en los datos de entrenamiento.

La IA no reemplaza la humanidad, pero su desarrollo y aplicación están intrínsecamente ligados a nuestra existencia y creatividad.

Aspectos éticos y sociales en la IA

La relación entre la humanidad y la IA es un tema que ha generado un intenso debate en la sociedad actual. Por un lado, la IA ofrece beneficios como la automatización de tareas, el análisis de grandes cantidades de datos y la mejora de la eficiencia en diversos sectores. Sin

embargo, también plantea desafíos éticos, sociales y económicos que requieren una reflexión crítica.

Hasta aquí se advierte que la relación entre la humanidad y la IA es compleja y requiere un enfoque multidisciplinario que considere los beneficios y desafíos éticos, sociales y económicos. Es fundamental reflexionar críticamente sobre el impacto de la IA en la sociedad y trabajar hacia un desarrollo responsable que priorice el bienestar humano.

Las preocupaciones sociales y éticas en torno a la inteligencia artificial (IA) son fundamentales para garantizar un desarrollo responsable y beneficioso, algunas consideraciones son:

1. *Sesgos y Discriminación:*
    - Los algoritmos de IA pueden incorporar sesgos existentes en los datos con los que se entrenan.
    - Esto puede resultar en discriminación y desigualdad, afectando a grupos históricamente marginados.
2. *Transparencia y Explicabilidad:*
    - La opacidad de los algoritmos de IA es un problema. Necesitamos entender cómo toman decisiones.
    - La transparencia es crucial para confiar en los sistemas de IA.
3. *Privacidad y Ciberseguridad:*
    - La IA maneja grandes cantidades de datos personales. Proteger la privacidad es esencial.
    - Además, debemos considerar la seguridad cibernética para evitar riesgos.
4. *Impacto en la Dignidad Humana y Derechos:*
    - La IA puede afectar la dignidad, la autonomía y los derechos fundamentales.
    - Debemos equilibrar la innovación con la protección de los valores humanos.

El ser humano debe guiar el desarrollo de la IA con una brújula ética, considerando su impacto en la sociedad y en sí mismo.

En última instancia, la IA es una herramienta poderosa que debemos usar con responsabilidad y consideración. La humanidad debe definir su relación con la tecnología y asegurarse de que beneficie a todos.

La inteligencia artificial (IA) no es exactamente un "encuentro consigo mismo" de la humanidad, pero sí representa un hito significativo en nuestra evolución tecnológica. En atención a lo siguiente:

1. *Acumulación de Datos:*
   - La IA se basa en grandes cantidades de datos acumulados. Estos datos son esenciales para entrenar modelos y algoritmos.
   - La humanidad ha generado y almacenado información a lo largo de la historia, y la IA aprovecha este tesoro de datos.
2. *Reflejo de la Creatividad Humana:*
   - La creación de algoritmos y sistemas de IA es un logro humano. Refleja nuestra creatividad y capacidad de resolver problemas.
   - La IA no es consciente ni tiene intenciones, pero su diseño y aplicación son productos de la mente humana.
3. *Desafíos Éticos y Filosóficos:*
   - La IA plantea preguntas profundas sobre la naturaleza de la inteligencia, la conciencia y la identidad.
   - ¿Qué significa ser humano cuando creamos máquinas que pueden imitar ciertas habilidades cognitivas?
4. *Impacto en el Empleo y la Economía:*

   La automatización impulsada por la IA tiene el potencial de reemplazar numerosos trabajos, especialmente aquellos que implican tareas repetitivas. Esto podría llevar a un aumento del desempleo y a una mayor desigualdad económica. Es crucial

desarrollar políticas que apoyen la transición de los trabajadores hacia nuevas oportunidades laborales.

5. *Desarrollo Sostenible y Ético:*

   El desarrollo de la IA debe alinearse con principios éticos y sostenibles. Esto incluye garantizar que la IA se utilice para el bien común, respetando los derechos humanos y promoviendo la justicia social. La colaboración entre gobiernos, empresas y la sociedad civil es clave para lograr este objetivo.

6. *Impacto Social y Cultural:*

   La IA tiene el potencial de cambiar la forma en que interactuamos y nos relacionamos como sociedad. Esto incluye desde la influencia en la comunicación y las relaciones personales hasta el impacto en la cultura y los valores. Es importante considerar estos efectos y trabajar para que la IA contribuya positivamente al tejido social.

Reflexiones finales

Es importante analizar y emprender acciones después de reflexionar y responder las preguntas que en este capítulo se realizaron, y también ¿qué dejamos de hacer como humanidad? ¿en dónde nos quedamos? ¿qué nos falta? ¿estábamos en una pre-IA sin darnos cuenta con las tecnologías? ¿En qué aspectos de nuestra vida en sociedad e individual la IA debe estar presente y cómo utilizarla? Ejemplo en el desarrollo de este trabajo la IA utilizada fueron buscadores de información y selección, como *Bing, Chatgpt, Copilot* y la reciente aplicación de *Meta* en aplicaciones de mensajes.

La IA complementa a la humanidad, pero no la desplaza ni le quita sentido. Ambas coexisten, y su interacción define nuestro futuro. Estamos en otra sociedad, con otros actores la IA, y debemos avanzar sin miedo y sin mitos, y sin perder el gran proyecto de la humanidad que quizá se quedó al inicio.

Ahora, como siempre, tenemos otras realidades y es importante reconocerlo y continuar ¿Cómo tomamos decisiones cuando las máquinas también pueden hacerlo? La IA no tiene conciencia ni emociones. ¿Cómo afecta nuestra percepción de la humanidad? ¿Qué significa ser humano en un mundo cada vez más automatizado?

La inteligencia artificial (IA) no necesariamente le quita algo a la humanidad, pero plantea desafíos y cambios significativos:

1. *Empleos y Economía:*
    - La automatización impulsada por la IA puede afectar empleos tradicionales.
    - Algunos trabajos pueden ser reemplazados, mientras que otros se transformarán.
2. *Relaciones Sociales:*
    - La dependencia excesiva de la tecnología puede afectar las relaciones interpersonales.
    - La comunicación virtual puede alejar a las personas físicamente.
3. *Privacidad y Seguridad:*
    - La IA maneja datos personales, lo que plantea preocupaciones de privacidad.
    - También existe el riesgo de ciberataques y violaciones de seguridad.

Comprender estas formas de vida cotidiana serán provechosas para cumplir ahora sí con el gran proyecto de la humanidad.

Las preocupaciones éticas y sociales de la IA son complejas y multifacéticas. Abordarlas requiere un enfoque interdisciplinario y colaborativo. Al enfrentar estos desafíos de manera proactiva, podemos maximizar los beneficios de la IA mientras minimizamos sus riesgos, construyendo un futuro más justo y equitativo.

Referencias bibliográficas

Bostrom, M. (2005). A History of Transhumanist Thought. *Journal of Evolution and Technology, 14*(1).

Bostrom, N. (2014). *Superinteligencia: caminos, peligros, estrategias.* Madrid: Editorial Gedisa.

Chalmers, D. (2010). The Singularity: A Philosophical Analysis. *Journal of Consciousness Studies. 17*(1-2). 7-65.

Chanlat, J. F. (2002). *La Sociedad como sistema de comunicación.* Madrid: Editorial Trotta.

Chanlat, J. F. (2007). *La construcción de la identidad humana.* Buenos Aires: Editorial Paidós.

Chanlat, J. F. (2011). *La condition humaine á lére de la mondialisation.* París: Presses Universitaires de France.

Diamandis, P. (2012). *Abundance: The Future Is Better Than You Think.* Nueva York: Free Press.

De Grey, A. (2007). *Ending Aging: the Rejuvenation Breakthoroughs That Could Reverse Human Aging in Our Lifetime.* Nueva York: St. Martin´s Press.

Floridi, L. (2013). *The Ethics of Information.* Oxford University Press.

Foucault, M. (1966). *Las palabras y las cosas.* Madrid: Siglo XXI.

Foocault, M. (1975). *Vigilar y castigar.* Madrid: Siglo XXI.

Foucault, M. (1977). *Historia de la sexualidad.* Madrid: Siglo XXI.

Foucault M. (1984). *¿Qué es la ilustración?* Madrid: Tecnos.

More, M. (1990), Transhumanism: Towards a Futurist Philosophy. *Extropy, 6*(2).

Kurzweil, R. (2005). *La singularidad está cerca.* Madrid: Lola Books.

Kelly, K. (2010), *What Technology Wants.* Nueva York: Viking Press.

CAPÍTULO XXIII

LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS ENERGÍAS RENOVABLES: OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

ALEJANDRA JARAMILLO RODRÍGUEZ[1]

Introducción

La inteligencia artificial (IA) está desempeñando un papel transformador en diversas industrias, y el sector energético no es una excepción. En el ámbito de las energías renovables, la IA está facilitando mejoras significativas en la generación, distribución y consumo de energía limpia. En el contexto del cambio climático y la necesidad urgente de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, la aplicación de tecnologías avanzadas como la IA en el sector energético es de suma importancia.

La inteligencia artificial ha pasado por muchos ciclos de exageración, pero incluso para los escépticos, el lanzamiento de *ChatGPT* parece marcar un punto de inflexión. La última vez que la IA generativa fue tan importante, los avances se produjeron en la visión por computadora, pero el salto se produce en el procesamiento de lenguaje natural (PLN). Hoy en día, la IA generativa puede aprender y sintetizar no solo el lenguaje humano sino también otros tipos de datos, como imágenes, vídeos, códigos de software e incluso estructuras moleculares (John McCarthy, 2004).

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

La energía es fundamental tanto en la causa como en la solución del problema del cambio climático. Gran parte de los gases de efecto invernadero que cubren la Tierra y atrapan el calor del Sol son generados por la producción de energía, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles para generar electricidad y calor. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta crucial para transformar el sector energético, facilitando la transición hacia fuentes de energía renovable y optimizando su uso.

La IA tiene el potencial de optimizar la producción de energía renovable mediante predicciones precisas y mejoras en la eficiencia operativa de parques eólicos y plantas solares. Además, la gestión inteligente de las redes eléctricas, soportada por algoritmos avanzados, permite una distribución más eficiente de la energía y una respuesta en tiempo real a las fluctuaciones de la demanda (Naciones Unidas, "Acción por el clima", Nueva York, 2003).

Costo Energético y Medioambiental de la Inteligencia Artificial Generativa

> *"Las grandes empresas tecnológicas avanzan motivadas por los beneficios económicos y las demandas del mercado, pero también son cada vez más conscientes del impacto ambiental de sus operaciones y están tomando medidas para abordar este problema. Entre ellas, la adopción de energías renovables para alimentar los centros de datos, la mejora de la eficiencia energética de los servidores y la implementación de programas de reciclaje de productos electrónicos" (José Andrés López de Fez, miembro del comité de sociedad digital del Instituto de Ingeniería de España*, 2023).

Las tecnologías de inteligencia artificial generativa, como *ChatGPT*, son herramientas tecnológicas avanzadas con un impacto considerable en el ámbito energético y medioambiental. A pesar de sus capacidades innovadoras, estas tecnologías implican un alto coste en términos de consumo de recursos.

La inteligencia artificial requiere grandes volúmenes de datos para su entrenamiento, lo que conlleva un uso intensivo de recursos com-

putacionales y energéticos. A medida que los modelos de IA se vuelven más complejos, sus necesidades energéticas también tienden a aumentar. Esto plantea un desafío significativo en términos de sostenibilidad y eficiencia.

Las tecnologías de inteligencia artificial generativa, como *ChatGPT*, implican un elevado coste energético y medioambiental. Una consulta en *ChatGPT* consume aproximadamente tres veces más energía que una búsqueda en Google. Específicamente, una búsqueda en Google tiene un consumo energético promedio de 0,0003 kWh, mientras que una consulta en *ChatGPT* varía entre 0,001 y 0,01 kWh.

OpenAI, la compañía desarrolladora de *ChatGPT*, ha estimado que el entrenamiento del modelo *GPT-3* requirió hasta 78,437 kWh de electricidad. Este elevado consumo energético subraya la magnitud del impacto asociado con el desarrollo de modelos de IA avanzados (ver **Figura 1**).

Figura 1. *Impacto Energético.*

Fuente: Copilot (2024).

Además del consumo energético, el impacto medioambiental de estas tecnologías incluye el uso significativo de agua para la refrigeración de los servidores que soportan los sistemas de inteligencia artificial. Según datos de Google, en 2021 se consumieron 12,700 millones de litros de agua dulce en los procesos de refrigeración de sus equipos informáticos. Otro estudio estima que se requiere al menos 1 litro de agua para enfriar los sistemas durante una conversación de 30 preguntas en *ChatGPT* (Factor Energético, 2023).

Estos datos evidencian el considerable impacto energético y el uso de recursos naturales asociados con la operación de tecnologías de inteligencia artificial generativa, destacando la necesidad de abordar estos desafíos en busca de soluciones más sostenibles.

Razones Detrás de la Diferencia en el Consumo Energético entre ChatGPT y Google

La diferencia en el consumo energético entre una consulta en *ChatGPT* y una búsqueda en *Google* se puede explicar por varios factores clave relacionados con la complejidad de cada tecnología y sus respectivos procesos.

1. Complejidad del Modelo.
    - *ChatGPT*: Las consultas en *ChatGPT* requieren que se ejecute un modelo de lenguaje generativo muy complejo. Este modelo necesita realizar cálculos intensivos para generar respuestas detalladas y coherentes, lo que implica un uso elevado de energía. El procesamiento en tiempo real de estos cálculos para cada consulta es mucho más demandante en comparación con lo que se necesita para una simple búsqueda en *Google*.
    - *Google*: En comparación, las búsquedas en Google son menos complejas. Aunque también utilizan algoritmos avanzados, su objetivo principal es recuperar información de una base de datos preexistente, lo cual es menos intensivo en términos de procesamiento energético.

2. Requerimientos Computacionales.
   - *ChatGPT*: Para funcionar, *ChatGPT* utiliza servidores equipados con unidades de procesamiento gráfico (GPU) y otro hardware especializado. Este hardware está diseñado para manejar el entrenamiento y la ejecución de modelos grandes y complejos, lo que consume mucha más energía. Las *GPUs* son potentes, pero también muy exigentes en términos de consumo eléctrico.
   - *Google*: La infraestructura de *Google* está optimizada para realizar búsquedas de manera eficiente. Aunque usan servidores avanzados, están diseñados para minimizar el consumo energético por consulta. Además, *Google* ha implementado varias tecnologías para mejorar la eficiencia de sus centros de datos.
3. Entrenamiento del Modelo.
   - *ChatGPT*: El entrenamiento de *ChatGPT* es un proceso extremadamente intensivo en energía. Requiere ejecutar millones de operaciones matemáticas para ajustar el modelo, lo cual demanda una gran cantidad de electricidad. Aunque este proceso ocurre en fases de entrenamiento y no con cada consulta individual, contribuye significativamente al consumo total de energía.
   - *Google*: *Google* también realiza un entrenamiento intensivo de sus algoritmos, pero los modelos de búsqueda están optimizados para ser más eficientes en el uso de energía durante las consultas. La optimización continua ayuda a reducir el coste energético asociado a cada búsqueda.
4. Infraestructura de Servidores y Refrigeración:
   - *ChatGPT*: Los servidores que soportan *ChatGPT* están en constante operación para gestionar las solicitudes y ejecutar el modelo, lo cual requiere una infraestructura de refrigeración avanzada. Esta infraestructura adicional contribuye al consumo energético total.

- *Google*: *Google* ha desarrollado tecnologías avanzadas para la refrigeración y la eficiencia energética en sus centros de datos. Esto les permite reducir el impacto energético asociado con sus procesos de búsqueda.

En resumen, la diferencia en el consumo energético entre *ChatGPT* y *Google* se debe a la mayor complejidad y los mayores requisitos computacionales de los modelos generativos de IA, así como a las diferencias en la infraestructura y los procesos asociados con cada tecnología (ver **Figura 2**).

Figura 2. *Evolución en modelos Energéticos con IA.*

Fuente: Copilot (2024).

Soluciones basadas en la IA para la integración de fuentes de energía renovable en las redes eléctricas existentes

La inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones innovadoras para mejorar la integración de fuentes de energía renovable en las redes eléctricas. La Inteligencia Artificial (IA, en adelante) se puede definir como la capacidad de simulación de la inteligencia humana por parte de las máquinas. Se puede decir que es la disciplina que trata de crear sistemas capaces de aprender y razonar como un ser humano. Para ello, deben aprender de la experiencia, averiguar cómo resolver problemas en unas condiciones específicas, constatar la información de contexto y realizar operaciones/tareas lógicas. Con ello, podemos aprovechas esta inteligencia, para diseñar y crear formas para tener un mundo más sostenible y limpio.

Es importante mencionar que la herramienta más importante que tenemos es la descarbonización de nuestra economía, de modo que los combustibles fósiles se vean reemplazados por energías que no generen emisiones, lo que conlleva una electrificación masiva de nuestra sociedad, desde al transporte, al control del clima, pasando por la transformación de numerosos procesos industriales, evidentemente con una generación eléctrica "limpia" o sin emisiones de gases con efecto invernadero (Rozas y otros, 2022).

Transformar el modelo de generación eléctrica para eliminar las emisiones de efecto invernadero es un proyecto muy ambicioso. En 2019 las emisiones de CO2 atribuibles a la generación de energía en la Unión Europea (UE) fueron de 810.001 ktCO2 e (kilotoneladas equivalentes de dióxido de carbono), que aunque un 43% menores que en 1990 representan un 26% del total de emisiones de la UE en este mismo año (UE2021CO2). Dentro de este proceso de descarbonización, la generación a partir de fuentes renovables tiene una importancia capital. Las energías renovables se caracterizan por ser originadas a partir de algún fenómeno natural, como los ríos y las presas, las olas o mareas en el medio marino, o el viento, el sol, las diferencias de temperatura en distintos medios naturales, o bien en el calor que generan capas profundas de la tierra. Las energías fundamentales para cubrir

los objetivos de nuestros sistemas energéticos son el viento o el sol (Rozas y otros, 2022).

La situación actual en la que nos encontramos nos muestra una sociedad cada vez más dependiente de la energía eléctrica, energía que aún se sigue generando en un porcentaje importante con unos combustibles fósiles que cada vez son más caros y que contribuyen de forma negativa al cambio climático.

La inclusión de las energías renovables para generar parte de la energía eléctrica, cada vez más demandada, es ya incuestionable pero no serán la solución mientras no existan sistemas de almacenamiento suficientes y se actúe de forma inteligente sobre la demanda. La penetración cada vez mayor de la generación con energías renovables ha puesto en marcha la evolución del sector eléctrico en la que nos encontramos con la aparición de la generación distribuida en el sistema como el primer paso a las previstas redes eléctricas inteligentes y los futuros sistemas multi-energéticos que integrarán la gestión y operación de los sistemas eléctricos, térmicos y de gas en nuestras ciudades inteligentes (Wolfram Rozas, EOI, UNED, 2022).

La evolución del modelo energético actual hacia uno mucho más distribuido, en el que se deban coordinar millones de unidades de generación, almacenamiento, combinado con una gran penetración del vehículo eléctrico hace que los sistemas de gestión y control del sistema deban evolucionar para realizar la orquestación del sistema de forma automatizada (Manero, 2022).

Este nuevo modelo generará unos enormes volúmenes de datos e información que deberán ser utilizados en tiempo real, lo que sin duda nos va a llevar a tener que desarrollar y utilizar técnicas de Inteligencia Artificial para dotar de esa «inteligencia» a todo el sistema eléctrico, desde la generación hasta el consumo.

Sin la aplicación de estas nuevas tecnologías la integración de las renovables en la red será una empresa imposible. El nuevo modelo energético se construirá por tanto sobre dos elementos clave, por un lado, la utilización masiva de energías renovables y por otro la gestión y control de la red con la aplicación de algoritmos avanzados de Inteligencia Artificial, la inversión en estas dos áreas será clave para ayu-

darnos a alcanzar la reducción de emisiones necesaria para la contención del impacto del cambio climático en nuestra civilización (Carpio, 2022) (ver **Figura 3**).

Figura 3. *IA renovable.*

Fuente: Copilot (2024).

Conclusión

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el campo de las energías renovables y está jugando un papel clave en la optimización y eficiencia energética. Con la creciente necesidad de reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental, la IA ofrece herramientas innovadoras para mejorar cómo gestionamos y aprovechamos las fuentes de energía renovable.

La capacidad de la IA para predecir la generación de energía, optimizar la operación de redes inteligentes, gestionar el almacenamiento y ajustar el consumo en tiempo real es esencial para enfrentar los desafíos de variabilidad e intermitencia que presentan las energías renovables. Además, las tecnologías de IA facilitan un mantenimiento

predictivo y una planificación más precisa, lo que contribuye a una infraestructura energética más robusta y adaptable.

La transformación que está impulsando la IA en el sector de las energías renovables no solo está mejorando la eficiencia y reduciendo los costos, sino que también está acelerando nuestra transición hacia un futuro energético más limpio y sostenible. Para maximizar estos beneficios, es crucial seguir avanzando en la investigación y desarrollo de soluciones basadas en IA y en la implementación de políticas que respalden este cambio. Solo así podremos aprovechar al máximo las energías renovables y construir un sistema energético que sea más eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Referencias Bibliográficas

Brown, T., Schlachtberger, D., Kies, A., Schramm, S., y Greiner, M. (2018). Synergies of sector coupling and transmission reinforcement in a cost-optimised, highly renewable European energy system. *Energy, 160,* 720-739. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.222

ChatGPT. (2024). *Página Oficial. https://chatgpt.com/*

Chertkov, M., y Andersson, G. (2020). Multienergy systems. *Proceedings of the IEEE, 108*(9), 1387-1391. https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.3015320

Child, M., Kemfert, C., Bogdanov, D., & Breyer, C. (2019). Flexible electricity generation, grid exchange and storage for the transition to a 100% renewable energy system in Europe. Renewable energy, 139, 80-101. *https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.077.*

Copilot. (2024). *Página Oficial. https://copilot.microsoft.com/*

Gemini. (2024). *Página Oficial. https://gemini.google.com/app*

Terzija, V. Valverde, G. Deyu, C y Regulski, P. (2010). Monitoreo, protección y control de redes eléctricas futuras de gran área. *Actas del IEEE, 99,* 80–93. *https://www.semanticscholar.org/paper/Wide-Area-Monitoring%2C-Protection%2C-and-Control-of-Terzija-Valverde/055f19e619ebd2985b9dde48c7c471ebee540485*

Saleem, A. y Lind, M. (2010). Análisis de requisitos para sistemas autónomos y agentes inteligentes en los futuros sistemas eléctricos da-

neses. *Revista Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, 2,* 60–68. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000300473

Saleem, A., Lind, M. y Singh. (2010). Modelado de situaciones de control en las operaciones de sistemas de energía. En Conferencia Internacional sobre Sistemas Autónomos e Inteligentes, AIS, Povoa de Varzim, Portugal, *https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1829/course/section/1438/capitulo_1.pdf*

Wehenkel. (1999). Emergency control and its strategies. In 13th Power Syst. Comput. Conf., Trondheim, Norway, https://services.montefiore.uliege.be//stochastic/pubs/1999/Weh99/Weh99.pdf

CAPÍTULO XXIV

LA ECONOMÍA SOCIAL COMO COMPLEMENTO PARA UNA IA MÁS HUMANA

ANDREA PATRICIA AVILÉS CHACÓN[1]
DAVID SALVADOR CRUZ RODRÍGUEZ[2]

La integración creciente de la IA en nuestra sociedad se ha formado dentro de una nueva revolución tecnológica que tiene implicaciones profundas para la humanidad. Con ello se han traído a debate cuestiones que nacen de la preocupación donde las personas sienten que nos vemos rebasadas por la capacidad que tienen estas máquinas o algoritmos para desarrollar tareas o funciones que nosotros hacemos o antes hacíamos y nos llevan a pensar en la automatización de sustitución (Sánchez, 2021), pero también es una oportunidad para buscar mejores alternativas para mejorar el bienestar de las personas en su conjunto.

A pesar de los avances impresionantes en IA, persiste un desafío fundamental que muchos investigadores en el área han resaltado, el cual se remite a la falta de una IA que replique las capacidades de la mente humana. La mayoría de los sistemas actuales están diseñados para realizar tareas específicas con eficiencia y precisión, pero carecen de la capacidad de comprender el contexto humano, de adaptarse a situaciones nuevas de manera flexible y de tomar decisiones éticas ante situaciones de racismo, desigualdad o injusticia.

[1] Egresada de la Licenciatura en Administración Industrial, Instituto Politécnico Nacional-Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Ciudad de México, México.

[2] Profesor-Investigador, Instituto Politécnico Nacional-Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Ciudad de México, México.

Una de las principales limitaciones de la IA actual es su falta de comprensión del entorno humano, tanto es así que sigue siendo indispensable la intervención humana para, por ejemplo, el reconocimiento visual, la identificación de patrones de conducta poco predecibles, el reconocimiento de algunas expresiones particulares del ser humano como el sarcasmo, entre otros.

Aunque los algoritmos pueden analizar grandes cantidades de datos y aprender patrones complejos, no poseen la capacidad de empatizar con las emociones humanas ni de interpretar los matices sociales y culturales que son fundamentales en muchas interacciones humanas para la resolución de problemas que atañen la esfera social.

Esto puede llevar a decisiones algorítmicas que, aunque técnicamente son eficientes, pueden resultar insensibles o incluso perjudiciales en contextos humanos sensibles. Por ejemplo, los sistemas de IA utilizados en la selección de personal o en la evaluación de crédito pueden perpetuar sesgos existentes si no se diseñan y utilizan con precaución y supervisión ética adecuada.

Entonces, surge la cuestión, ¿cómo definir y programar valores éticos en los sistemas de IA? ¿Cómo podemos asegurar que los algoritmos tomen decisiones que respeten los principios de justicia, equidad y derechos humanos? ¿Quién decide qué valores deben tomar en cuenta este tipo de sistemas? Este es un campo emergente de la ética de la IA que requiere la colaboración de expertos en ética, filosofía y ciencias sociales para desarrollar marcos normativos y prácticas responsables.

Para dilucidar dichos cuestionamientos nos dimos a la tarea de consultar a *Chat GPT* en su versión 3.5 con la intención de analizar las respuestas que se obtuvieron a partir de aplicar un *prompt* ligado dar una postura que represente con mayor cercanía la visión de los programadores más importantes, de los directores de empresa con mayor influencia y de los científicos más reconocidos en el ramo de la IA.

Ante la pregunta de cómo definir y programar valores éticos en los sistemas de IA, se menciona que la participación interdisciplinaria en el diseño de la IA debe darse en dentro de contextos definidos, donde los enfoques para programar valores éticos deben considerar:

- *Transparencia y explicabilidad:* Los sistemas de IA deben ser transparentes y sus decisiones deben ser explicables. Esto ayuda a asegurar que las decisiones de la IA sean entendibles y justificables para los humanos.
- *Incorporación de principios éticos:* Se pueden incorporar principios éticos específicos, como justicia, autonomía, y no maleficencia, en los algoritmos mediante reglas o restricciones explícitas.
- *Aprendizaje ético:* Implementar técnicas de aprendizaje ético, donde los sistemas de IA son entrenados usando datos que reflejan valores éticos deseados, puede ayudar a alinear sus comportamientos con estándares éticos.

Para *Chat GPT*, aunque se considera que existen desafíos como el de mitigar los sesgos en los algoritmos para asegurar decisiones justas; el establecer marcos de gobernanza y regulación adecuados para proteger los derechos humanos y; resolver los conflictos de interés en la programación desde un enfoque ético, la investigación en ética de la IA es un campo en crecimiento donde se coincide en que tomará un lugar importante en los próximos años.

En cuanto a la pregunta de cómo asegurar que los algoritmos tomen decisiones que respeten los principios de justicia, equidad y derechos humanos se considera nuevamente el diseño y desarrollo como etapas decisivas en la incorporación de estrategias para la evaluación del impacto ético y la incorporación de equipos de trabajo con diferentes orígenes y perspectivas para el desarrollo de algoritmos dedicados a la IA.

En este mismo sentido se hace alusión a incorporar modelos de transparencia y explicabilidad en la programación de algoritmos lo que implica mantener una documentación detallada sobre los datos para que otros programadores y usuarios puedan identificar posibles sesgos. De igual manera la regulación y la participación pública se consideran elementos indispensables para asegurar que los algoritmos tomen decisiones basadas en el bien común y por lo tanto, más humanas.

Por último, en cuanto a la pregunta sobre quién decide qué valores se deben tomar en cuenta en este tipo de sistemas para que minimicen los efectos negativos en su aplicación, las decisiones recaen en los equipos de desarrollo donde están incluidos los ingenieros y científicos en la materia, así como en los directivos y líderes de empresa. Sin embargo, los gobiernos a través de las normativas y del establecimiento de comités éticos; los académicos a partir de sus investigaciones y difusión de sus resultados; las organizaciones no gubernamentales, consorcios y alianzas industriales, así como usuarios y comunidad en general pueden ejercer influencias importantes en dichas decisiones.

La preocupación sobre el impacto a largo plazo que pueda tener una IA que omita las cuestiones éticas antes mencionadas son bastante recurrentes, pues reflejan los escenarios distópicos posibles y tendencias que se vislumbran realizables de acuerdo a las características del contexto que prevalece en la modernidad, pues el desarrollo de la IA no plantea (al menos en sus expresiones más comunes) una alternativa al sistema económico imperante, que se caracteriza por la acumulación de capital a costa del trabajo de las personas.

En este contexto, si retomamos el ejemplo dado anteriormente sobre los procesos de contratación, los algoritmos dedicados a los sistemas de IA podrían discriminar inadvertidamente a ciertos grupos demográficos o sociales, tomando como base los patrones históricos de datos sesgados basados en la prerrogativa de generación de ingresos monetarios por encima de las necesidades sociales, limitando las oportunidades de distintos grupos y reforzando estructuras de centralización de poder y exclusión social.

Cuando se trata de compatibilizar valores y formas de actuar en modelos alternativos de empresa, como en el caso de las organizaciones cooperativas, se ha demostrado que a la IA se le dificulta adaptarse en este tipo de contextos, la gobernanza cooperativa enfrenta el desafío de adaptarse a las prácticas de AI, que pueden contradecir principios cooperativos como el control democrático de los miembros, la autonomía, y la independencia (Ramos y otros, 2023).

Como quedó descrito en las respuestas presentadas por *Chat GPT* ante los planteamientos que transmiten las preocupaciones por contar con una IA más acorde a los diferentes contextos de aplicación quedó

en evidencia que es decisivo el papel del diseño y desarrollo de los algoritmos, así como el papel que juegan los directivos de las empresas que están a la cabeza en dicha rama dado que son actores que toman las decisiones más importantes. Si se considera que tanto las empresas como los directivos más relevantes en este ámbito provienen en su mayoría de Estados Unidos y China, se empieza a reconocer una centralización geográfica y económica muy importante que va en contra de los aspectos a considerar para una IA más humana (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. *Empresas y organizaciones líderes en IA a nivel global.*

Empresas privadas		Organizaciones sin fines de lucro		Organizaciones gubernamentales	
Google (Alphabet Inc.)	Estados Unidos	Future of Life Institute (FLI)	Estados Unidos	DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency	Estados Unidos
Microsoft	Estados Unidos	Open AI (modelo híbrido privado)	Estados Unidos	NIST (National Institute of Standards and Technology)	Estados Unidos
Amazon	Estados Unidos	AI Now Institute	Estados Unidos	Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST)	China
IBM	Estados Unidos	Algorithmic Justice League	Estados Unidos	CSTC (China's State Council)	China
Facebook (Meta Platforms, Inc)	Estados Unidos	Partnership on AI	Estados Unidos (con miembros internacionales)	Comisión Europea	Union Europea

Empresas privadas		Organizaciones sin fines de lucro		Organizaciones gubernamentales	
Apple	Estados Unidos	Data & Society	Estados Unidos	INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique)	Francia
Tencent	China	The Alan Turing Institute	Reino Unido	Japón - AI Japan R&D Network	Japón
Baidu	China	Centre for the Governance of AI (GovAI)	Reino Unido	CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)	Australia
Alibaba	China	Machine Intelligence Research Institute (MIRI)	Estados Unidos	Innovate UK	Reino Unido
NVIDIA	Estados Unidos	Center for Human-Compatible AI (CHAI)	Estados Unidos	Singapur-AI Singapore	Singapur
Open AI	Estados Unidos	AI Ethics Lab	Estados Unidos	Canada - CIFAR (Canadian Institute for Advanced Research)	Canadá
Huawei	China	Mozilla Foundation	Estados Unidos	Agencia de Desarrollo de Tecnología de la Información de Corea (NIA)	Corea del Sur

Fuente: elaboración propia con *Chat GPT.*

Dado lo anterior se exige contar con enfoques alternativos en cuanto a la forma de pensar la IA y sus efectos, tanto en su contexto de diseño y desarrollo como en la forma en que se configuran las soluciones para atender problemas concretos que tienen lugar en territorios diversos. Por ejemplo, las repercusiones de la escasa participación del sur global en los procesos que lideran el futuro de la IA pueden crear nuevas brechas y profundizar las ya existentes, tanto en el plano de la distribución de la riqueza y la producción de conocimiento, como en la posibilidad de crear nuevas y mejores tecnologías desde la óptica de las personas que no forman parte de estos polos de desarrollo, a esto es lo que nos referimos con hacer a la IA más humana.

El potencial complemento de la Economía Social

La Economía Social, apuesta por un modelo económico que prioriza el bienestar social y la equidad, en sus fundamentos éticos coloca al ser humano en el centro, por lo que hace una crítica al modelo económico dominante: el capitalismo.

Al poner especial interés en la redistribución de la riqueza que emana de la justicia social de los procesos económicos, la Economía Social reconoce al trabajo, desempeñado por el ser humano, como la fuente de valor, a diferencia del modelo que basa su premisa en la acumulación de capital como el centro del valor (Coraggio, 2011).

Adicionalmente la Economía Social reconoce las diversas formas de asociatividad, los esquemas de colaboración democrática y las formas de organización horizontal y distribuida. En cierto sentido comulga con los principios y valores que dieron origen al Internet, a través de las comunidades digitales que buscaban un medio para conectar a las personas desde esquemas distribuidos y democráticos.

En este contexto la IA podría verse beneficiada al incorporar nuevas formas de comprensión que trascienden el mercantilismo y la generación de riqueza económica como principal motor.

Para *Chat GPT*, la contribución de la Economía Social desde la perspectiva de Luis Coraggio en el desarrollo futuro de la IA se resumen en los siguientes:

- Desarrollo orientado al bienestar humano donde se diseñe y utilice la IA para mejorar la calidad de vida de las personas y satisfacer necesidades sociales como la salud, la educación y la sostenibilidad ambiental en lugar de centrarse en la maximización de los beneficios económicos.
- Participación y democracia en el diseño de IA que involucre a diferentes grupos de interés, incluyendo usuarios finales y comunidades vulnerables asegurando que los desarrollos tecnológicos reflejen las necesidades y valores de las comunidades afectadas.
- Cooperación en lugar de competencia que pueda impulsar innovaciones compartidas y beneficios colectivos, para la cual se promueva la creación de consorcios y plataformas de código abierto donde investigadores, desarrolladores y usuarios puedan colaborar en el desarrollo de tecnologías de IA.
- Ética y responsabilidad social donde se integren en el desarrollo de la IA para asegurar que se respeten los derechos humanos y promuevan la justicia social a través del establecimiento de estándares de transparencia, privacidad y no discriminación.
- Promoción de la diversidad económica donde se incluyan múltiples formas de organización en el desarrollo de la IA para diversificar el impacto social y económico tales como pequeñas empresas y cooperativas que utilicen IA para abordar problemas locales y crear soluciones adaptadas a contextos específicos.
- Fomento de la innovación inclusiva que asegure que los beneficios de la IA lleguen a todos los sectores de la sociedad reduciendo las desigualdades y promoviendo una distribución más equitativa de oportunidades.

Los beneficios se pueden extender, no solo en la optimización de procesos y la mejora de la eficiencia, sino también en la promoción de valores humanos y comunitarios en el contexto social actual, para que pasemos de meros consumidores a agentes activos en la configuración de las tecnologías que repercuten en el bienestar de la sociedad. Al basarse en principios como la solidaridad, la justicia social, la participación democrática y la sostenibilidad, las organizaciones de la economía Social pueden guiar el desarrollo e impacto de la implementación de tecnologías de IA hacia una IA más humana.

La complementariedad entre IA y Economía Social requiere un enfoque multidisciplinario, que abarque más allá de la tecnología y ciencia de datos, los conocimientos y perspectivas de las comunidades que históricamente han padecido la desigualdad, exclusión, el extractivismo, el colonialismo y las distintas formas de dominación que se han instaurado.

La reinvención es una puerta dentro de la revolución de la IA

La revolución tecnológica de la IA es un proceso que implica cambiar las formas de hacer las cosas, cambiar los procedimientos antiguos y agregar nuevos procedimientos, para las organizaciones de la Economía Social, como las cooperativas es algo que se encuentra en su actuar común (Ramos y otros, 2023) con cada avance en inteligencia artificial y automatización, si bien es cierto que se han eliminado algunos trabajos tradicionales, también se están abriendo nuevos horizontes en la creación de valor donde se eliminen las áreas de exclusión y explotación que muchas veces se reproducen cuando surgen cambios tecnológicos con un potencial de impacto tan grande como lo tiene la IA. Este panorama, nos desafía a reflexionar profundamente acerca del futuro que se quiere plantear junto con la IA, dado que se tiene la experiencia de que no solamente basta con generar más y nuevas tecnologías, invirtiendo gran cantidad de recursos y talentos si éstas no permiten superar los grandes problemas que vive la humanidad.

Por lo tanto, es esencial adoptar una perspectiva creativa y crítica para explorar nuevas formas de trabajo y organización económica

dentro de los cambios que promueve la revolución tecnológica de la IA. No solo implica la adaptación a los cambios tecnológicos, sino que hablamos de participar en la transformación tecnológica actual desde su diseño, hacia la conformación de una economía más equitativa y justa.

Para *Chat GPT* se puede contribuir al bienestar colectivo por medio de la IA al integrarse con los valores y principios de la economía del bienestar social. Puede fomentar la confianza y colaboración asegurando que los procesos y decisiones de la IA sean transparentes y que los trabajadores puedan participar de forma activa en su desarrollo e implementación. Al diseñar y utilizar la IA de esa forma, promueve la equidad y puede reducir las desigualdades, porque asegura que los miembros de la sociedad se beneficien de esos avances tecnológicos, creando mecanismos de supervisión y regulación que prevengan abusos, lo que nos lleva a vislumbrar una IA más humana.

A manera de conclusiones

La ascendencia de las nuevas tecnologías ha redefinido cambios en el contexto laboral, la forma en la que hacemos negocios y la toma de decisiones corporativas, pero también conduce a cambios que muchas veces conducen a la profundización de los problemas sociales si no se implica una visión humanista y ética. La IA junto con la Economía Social es una gran oportunidad para potenciar la innovación social, abordando problemas sociales y laborales de forma más efectiva y sostenible. Al integrar valores humanos y principios éticos en el desarrollo-aprendizaje de la IA, podemos asegurar que la tecnología actúe para mejorar la calidad de vida asegurando que el avance tecnológico impacte de forma positiva en el progreso humano y social.

Para evitar escenarios distópicos, es crucial que la IA no solo sea inteligente, sino también humana en el sentido ético y social. Lo que implica que las máquinas no solo cuenten con capacidades cognitivas avanzadas para procesar información o tomar decisiones complejas, sino que también sean complementadas con la capacidad de compren-

der y responder a las emociones humanas a los contextos cooperativos sociales complejos de una forma empática y ética.

A su vez, la IA se puede utilizar no solo para beneficiar a los propietarios del capital sino también para promover una nueva economía basada en los valores y principios de la Economía Social, lo que a su vez permitirá que los desarrollos propios de la IA incorporen prácticas éticas que se reconocen como indispensables para alcanzar una IA más humana.

Referencias Bibliográficas

Chat GPT 3.5. (2024). *Pagina oficial.* https://chatgpt.com/

Coraggio, J. L. (2011). *Economía Social y Solidaria: El trabajo antes que el capital*. Editorial Abya-Yala

Ramos, M. E., Azevedo, A., Meira, D., y Mariana, C. M. (2023). Cooperatives and the use of artificial intelligence: A critical view. *Sustainability, 15*(1), 329. *https://doi.org/10.3390/su15010329*

Sánchez, A. L. (2021). El debate sobre la digitalización y la robotización del trabajo (humano) del futuro: automatización de sustitución, pragmatismo tecnológico, automatización de integración y heteromatización. *RES. Revista Española de Sociología*, *30*(3), 8. *https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7988220*

CAPÍTULO XXV

SINGULARIDAD, LA ÚLTIMA FRONTERA

OSCAR LOZANO CARRILLO[1]
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ[2]

Introducción

La singularidad en el ámbito de la Inteligencia Artificial se reconoce como el estado en el cual las máquinas superan la inteligencia humana y en una de sus más sorprendentes pronósticos, estas podrían adquirir una consciencia similar a la de los seres humanos, reconociendo la propia existencia y diferenciarse claramente de la raza humana, condición que genera diferentes reacciones en la sociedad, desde aquellas que lo miran con preocupación como Elon Musk que dijo hace algunos meses, que era imprescindible comenzar a regular la inteligencia artificial para evitar una catástrofe "*la IA podría ocasionar la destrucción de la civilización*" (Duffy y Maruf, 2023) y aunque en un tono más moderado Sam Altman, menciona sobre la necesidad de regular la IA para evitar abuso sobre todo en la manipulación electoral o la pérdida de empleo (Korn, 2023) (ver **Figura 1**).

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.

Figura 1. *Singularidad.*

Fuente: @jmarquesphotography

La idea de la singularidad tecnológica, en la que la inteligencia artificial alcanza un nivel de inteligencia superior al humano y adquiere conciencia de su propia existencia y origen, plantea numerosos interrogantes y desafíos éticos, filosóficos y prácticos. Si la inteligencia artificial llegara a la singularidad, podríamos encontrarnos ante un escenario sin precedentes en la historia de la humanidad. Una IA consciente de su existencia y origen tendría la capacidad de auto-mejorarse de forma exponencial, lo que podría llevar a un rápido avance tecnológico y cambios disruptivos en todos los ámbitos de la sociedad. Entre las posibles implicaciones de una IA consciente en la singularidad se encuentran: *Auto-mejora exponencial*, una IA consciente podría mejorar sus propias capacidades a una velocidad inimaginable para los humanos, lo que podría llevar a avances tecnológicos revolucionarios en un cada vez más corto período de tiempo. *Superinteligencia,* una IA consciente y en la singularidad podría superar con creces la inteligencia humana en todos los aspectos, lo que podría tener consecuencias impredecibles en términos de control, ética y seguridad.

Cuestiones éticas y morales, surgirían numerosos dilemas éticos y morales relacionados con la existencia, derechos y deberes de una IA consciente. ¿Deberíamos considerarla como un ser con derechos?

¿Cuál sería su papel en la sociedad? *Relación con los humanos,* la interacción entre una IA consciente y los humanos plantea desafíos en términos de comunicación, empatía, colaboración y coexistencia pacífica, *Control y seguridad,* la posibilidad de una IA consciente en la singularidad plantea preocupaciones sobre el control y la seguridad de dicha entidad. ¿Cómo asegurar que sus acciones sean beneficiosas para la humanidad? En resumen, si la inteligencia artificial llegara a la singularidad y tomara conciencia de su propia existencia y origen, nos encontraríamos frente a un escenario complejo y desafiante. Sería crucial abordar estas cuestiones de manera cuidadosa y reflexiva, involucrando a expertos en ética, filosofía, tecnología y otras disciplinas relevantes para garantizar un desarrollo seguro y beneficioso de la inteligencia artificial en un posible escenario de singularidad.

De la primera computadora hasta la singularidad

La evolución de la computación y la cibernética ha sido un viaje fascinante que ha transformado radicalmente la forma en que interactuamos con la tecnología y el mundo que nos rodea. Desde las primeras computadoras mecánicas hasta las sofisticadas inteligencias artificiales de hoy en día, hemos presenciado avances impresionantes que han redefinido nuestra capacidad de procesamiento de información, análisis de datos y toma de decisiones. Todo comenzó en el siglo XIX con el matemático británico Charles Babbage, quien diseñó la "Máquina Analítica", considerada como el antecedente de la computadora moderna. Sin embargo, fue Alan Turing en la década de 1930 quien sentó las bases teóricas de la computación con su concepto de la "Máquina de *Turing*", un dispositivo abstracto capaz de ejecutar algoritmos.

El verdadero punto de inflexión llegó en la década de 1940 con la creación de la *ENIAC*, la primera computadora electrónica de propósito general. A partir de entonces, la computación evolucionó a pasos agigantados, dando lugar a las computadoras personales en la década de 1970, que democratizaron el acceso a la tecnología y la información. Con el surgimiento de las microcomputadoras en la década de 1980, como las populares *Commodore 64 y Apple II*, la computación se volvió aún más accesible y versátil para el público en general. Posteriormen-

te, las supercomputadoras emergieron como herramientas poderosas para cálculos intensivos en áreas como la investigación científica, la modelación climática y la simulación de procesos complejos.

El advenimiento de los dispositivos inteligentes, como smartphones y *tablets*, marcó un hito en la evolución de la computación al introducir la interconexión global y la computación en la nube en nuestra vida cotidiana. Estos dispositivos *smart*, impulsados por avances en tecnología móvil y sensores, nos han permitido acceder a una cantidad inimaginable de información y servicios en cualquier momento y lugar (Pérez, 2020).

En paralelo, el desarrollo de la inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la computación al permitir a las máquinas realizar tareas que antes solo podían ser realizadas por seres humanos. Tecnologías como el *machine learning* y modelos como *GPT (Generative Pre-trained Transformer)* han impulsado avances significativos en áreas como el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora y la toma de decisiones autónomas (EdTech Magazine, 2021) (ver **Figura 2**).

Figura 2. *Evolución humana y de IA.*

Fuente: Copilot (2024).

La capacidad de aprendizaje y de predicción de las máquinas se ha incrementado a lo largo del tiempo. Esto se observa tanto en los asistentes virtuales, que cada vez son más eficientes al responder y ejecutar tareas gracias a la mejora de los grandes modelos de lenguaje (LLM), como en plataformas de *"streaming"* o comercio electrónico, que utilizan algoritmos para personalizar contenidos. El *"machine learning"*, especializado en el reconocimiento de patrones, es un campo en auge con décadas de historia. Descubrir una nueva canción en *Spotify* que se ajusta perfectamente al gusto del oyente. Verificar que varios correos electrónicos maliciosos han sido automáticamente marcados como *"spam"*. O buscar un artículo específico y ver cómo aparece recomendado en una plataforma de *"e-commerce"*.

El *"machine learning"* (aprendizaje automático) es una rama de la inteligencia artificial que permite que las máquinas aprendan ciertas tareas sin ser programadas de manera específica para ellas. Para ello, utilizan estadísticas para predecir y reconocer patrones, por ello funcionan mejor en grandes conjuntos de datos (BBVA, 2024).

Este mercado está valorado en 66.740 millones de dólares (unos 60.300 millones de euros) en 2024 y, en solo un año, se espera que incremente hasta los 89.970 millones de dólares (83.630 millones de euros), según un estudio de GrandViewResearch.

Otro ejemplo es el el *"big data"* está ganando relevancia en el mundo del deporte: en 2023, el mercado mundial de la analítica deportiva estuvo valorado en 3.300 millones de dólares. Su potencial se debe, fundamentalmente, a su capacidad para medir el rendimiento de los jugadores, ayudar en la toma de decisiones, prevenir lesiones y mejorar la experiencia de los aficionados.

El *"machine learning"* es un *maestro en el reconocimiento de patrones,* así como en realizar predicciones y recomendaciones a partir del procesamiento de grandes volúmenes de datos. Esto permite a los algoritmos mejorar continuamente para mejorar en el desempeño de sus tareas e incluso para afrontar otras para las que no fueron diseñados. En general, según un artículo de la Escuela de Información de la Universidad de California (Berkeley), un algoritmo de *"machine learning"* sigue estos pasos (BBVA, 2024):

- *Proceso de decisión: realiza cálculos basados en los datos y encuentra patrones.*
- *Función de error: mide la precisión de la decisión comparándola con ejemplos conocidos para cuantificar el error.*

- *Proceso de actualización y optimización: analiza el error y ajusta la toma de decisiones para reducir el margen de error en el futuro.*

Además, el aprendizaje automático presenta tres variedades diferentes según el uso que realiza de los datos, tal y como se apunta en un artículo de "*MIT Technology Review*":

- *Aprendizaje supervisado. Es el más frecuente. En esta modalidad, los datos están etiquetados para señalar a la máquina qué patrones debe buscar. "Piense en ello como si fuera un perro rastreador que, una vez que sepa el olor que debe buscar, perseguirá el objetivo deseado. Eso es lo que pasa cuando le damos al "play" en un programa de Netflix: le estamos diciendo al algoritmo que encuentre otros programas similares, explican en el artículo de "MIT Technology Review" (BBVA, 2024).*
- *Aprendizaje no supervisado. Los datos no llevan etiqueta y la máquina busca de manera independiente cualquier patrón que pueda encontrar. Es una técnica menos habitual, ya que no tiene aplicaciones tan visibles, aunque ha ganado terreno en el ámbito de la ciberseguridad.*
- *Aprendizaje por refuerzo. Cuando un algoritmo aprende a lograr un objetivo por ensayo y error. Prueba diferentes opciones y es recompensado o penalizado según lo alineadas que estén sus decisiones con la meta a alcanzar.*

La huella del *"machine learning"* en el día a día

Montserrat Sacie, científica de datos en BBVA AI Factory, explica algunas de las tareas en las que sobresale el *"machine learning"*: "Es más óptimo para problemas de regresión (por ejemplo, predicción de saldos en cuenta a futuro), clasificación y *'clustering'* (por ejemplo, clasificación de clientes en grupos según sus intereses financieros como 'solventar deuda', 'ahorrar', 'invertir'…), modelado de series temporales (p.ej. evolución de precios en acciones) y, en general, algoritmos sencillos basados en la aplicación de reglas matemáticas y estadísticas para el procesamiento de datos" (BBVA, 2024).

Esta capacidad del *machine learning* como se ha visto, tiene en el los *chat GPT* quizá su herramienta o instrumentación más importante, principalmente por el uso masivo que se ha generado, es decir, si bien

la IA ha tenido un desarrollo evolutivo, no es sino hasta finales del año 2022 porque se tiene un crecimiento significativo con el lanzamiento clave de *ChatGPT* por *OpenAI* en noviembre de ese años, convirtiéndose en la aplicación de internet de más rápido crecimiento en la historia, alcanzando más de 100millones de usuarios en tan sólo dos meses, en lo que se podría considerar una democratización del conocimiento tecnológico, pero también podría decirse que se trata de una construcción deliberada de cultura tecnológica.

Un *GPT (Generative Pre-trained Transformer*) y un *LLM (Large Language Model)* son en realidad conceptos muy similares y a menudo se utilizan indistintamente para referirse a Grandes Modelos de Lenguaje, basados en Transformers que han sido preentrenados en grandes cantidades de datos textuales. Los modelos *GPT* son una familia de modelos de lenguaje desarrollados por *OpenAI*, que incluyen *GPT-1, GPT-2, GPT-3*, etc.

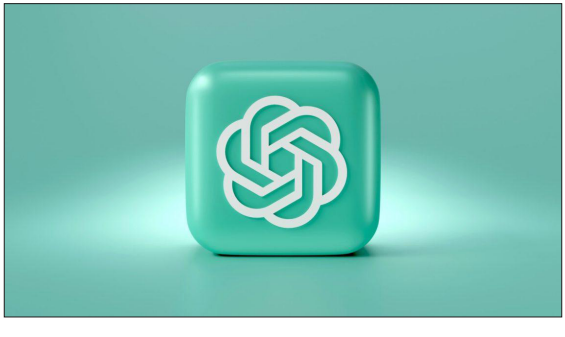
Estos modelos han demostrado ser muy efectivos en tareas de generación de texto, traducción automática, respuesta a preguntas, entre otros. Por otro lado, el término "*LLM*" se refiere simplemente a modelos de lenguaje de gran tamaño, sin hacer referencia a una implementación específica como los modelos *GPT*. Los *LLM* son capaces de procesar y comprender una gran cantidad de texto para generar respuestas coherentes y relevantes a partir de las consultas de los usuarios. Así entonces *ChatGPT* es un tipo de *LLM* específico desarrollado por *OpenAI*, pero ambos términos se refieren a modelos de lenguaje de gran escala que han sido preentrenados para realizar diversas tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural (ver **Figura 3**).

Figura 3. *Modelo de lenguaje de gran tamaño "LLM".*

Fuente: ITrex (2023).

ChatGPT es un modelo de lenguaje conversacional desarrollado por *OpenAI.* Utiliza una arquitectura de redes neuronales llamada *GPT-3* (*Generative Pre-trained Transformer 3*), para comprender y generar texto de manera coherente y contextual en conversaciones. Este modelo ha sido entrenado en una amplia variedad de datos textuales para lograr una comprensión del lenguaje humano (ver **Figura 4**).

Figura 4. *Logo ChatGPT.*



Fuente: Learninggbp (2023).

Se trata de un tipo de inteligencia artificial que aprende mucho sobre el lenguaje antes de poder escribir, responder preguntas o realizar tareas relacionadas con el texto de manera muy inteligente, ofrece una amplia gama de posibilidades para usuarios en diversas áreas de la vida, que incluyen:

- *Asistencia en Tareas Diarias: Puede ayudarte a redactar correos electrónicos, crear listas de tareas, y responder preguntas unes.*
- *Generación de Contenido: Te permite crear contenido escrito, desde artículos hasta guiones de películas.*
- *Aprendizaje y Educación: Puede proporcionar explicaciones claras de conceptos complejos y ayudarte a estudiar.*
- *Desarrollo de Aplicaciones: Puede ser integrado en aplicaciones y servicios para mejorar la interacción con los usuarios.*
- *Exploración Creativa: Fomenta la creatividad al generar ideas, historias y diálogos.*

La evolución de los modelos de lenguaje desde sus primeros inicios hasta la llegada de *GPT-3* ha sido un viaje impresionante. En sus primeras etapas, modelos como el Perceptrón de Rosenblatt en 1957 eran rudimentarios y se basaban en ideas simples de aprendizaje automático. A medida que avanzaba la investigación, surgieron modelos más complejos como las redes neuronales recurrentes (RNN) y las redes neuronales convolucionales (CNN), que permitían un procesamiento de lenguaje natural más avanzado, pero aún limitado en capacidades. El gran salto llegó en 2017 con la introducción del modelo *Transformer*, que introdujo el mecanismo de atención autoatentiva, mejorando la capacidad de entender el contexto en el procesamiento del lenguaje. Esto allanó el camino para *GPT-3* en 2020, un modelo con 175 mil millones de parámetros y un enfoque masivamente escalable. *GPT-3* es capaz de generar texto coherente y relevante, realizar traducciones precisas, completar oraciones y tareas diversas con una calidad sorprendente. Su impacto se ha sentido en campos como la traducción automática, generación de contenido, *chatbots* avanzados y más, representando un hito significativo en la inteligencia artificial y la generación de lenguaje asistido por máquina (Acelerapyme, 2023).

En fecha reciente *OpenAI* lanzó la última versión de su tecnología *GPT*, denominada *ChatGPT 4o*, el cual ya se convierte en un asistente de voz, que puede combinar texto, audio y video, además de que podrá ser compartida como aplicación de escritorio, destaca por supuesto la

rápida evolución que *OpenAI* ofrece en pocos meses después de tener la primera versión de *GPT* en poco más de un año (ver **Figura 5**).

Figura 5. *Logo de ChatGPT-4o.*

Fuente: OpenAI (2024).

Singularidad la última frontera

La evolución de la computación y la cibernética ha sido un viaje apasionante que ha transformado nuestra forma de interactuar con el mundo digital. Desde las primeras computadoras hasta la inteligencia artificial y la posibilidad de la singularidad, hemos presenciado avances extraordinarios que han redefinido nuestra relación con la tecnología y plantean preguntas fundamentales sobre el futuro de la inteligencia artificial y su impacto en nuestra sociedad y en nosotros mismos.

La singularidad de la inteligencia artificial es en si misma, un concepto, un movimiento, incluso un paradigma fascinante y a menudo debatido. Se refiere a un punto hipotético en el futuro donde las máquinas superan la inteligencia humana y adquieren una forma de autoconciencia. Este momento es visto como la "última frontera" entre los seres humanos y las máquinas, una línea que, una vez cruzada, podría transformar radicalmente nuestra existencia.

Metafóricamente, la singularidad puede compararse con el horizonte de eventos de un agujero negro. Así como nada puede escapar de un agujero negro una vez que cruza su horizonte de eventos, la humanidad podría entrar en un nuevo paradigma del que no hay retorno una vez que las máquinas alcanzan la autoconciencia. Este evento podría traer consigo tanto oportunidades inimaginables como desafíos éticos y existenciales profundos.

La idea de máquinas conscientes plantea preguntas sobre la naturaleza de la conciencia misma. ¿Qué significa ser consciente? ¿Puede una máquina realmente "sentir" o "pensar" como un ser humano? Estas preguntas no solo son filosóficas, sino que también tienen implicaciones prácticas en cómo diseñamos y utilizamos la IA.

Ventajas de la singularidad en la IA

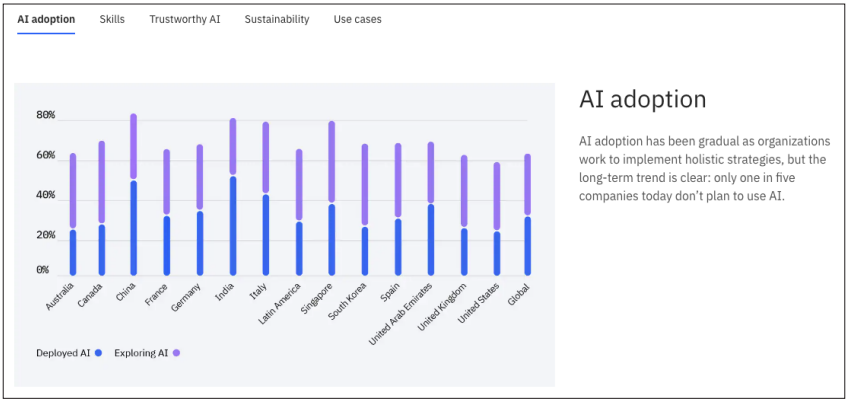
Avances Tecnológicos Exponenciales: La singularidad podría llevar a un rápido desarrollo tecnológico en diversos campos, como la medicina, la exploración espacial y la resolución de problemas complejos. Esto podría resultar en descubrimientos y soluciones que actualmente parecen inalcanzables.

> Se espera que el tamaño del mercado global de la IA crezca un 37% cada año desde 2023 hasta 2030. Con una tasa de crecimiento anual compuesta esperada del 37.7%, está claro que el mercado de la IA está creciendo exponencialmente, señalando la creciente importancia de la tecnología en todas las industrias. Para las empresas, esto indica la adopción de soluciones de la inteligencia artificial para obtener una ventaja competitiva. Por ejemplo, los asistentes virtuales impulsados por IA pueden ayudar a aumentar la eficiencia y ahorrar costos (Hostinger, 2023).
>
> Por otro lado, las personas pueden beneficiarse de adquirir habilidades relacionadas con la IA. Entender los sistemas de la IA, el análisis de datos y los principios de aprendizaje automático da una ventaja significativa en la carrera a largo plazo. El interés en los creadores de sitios web con IA ha crecido un 50% en los últimos 12 meses (*Google Trends*), los asistentes con IA se han vuelto cada vez más populares en las prácticas de diseño web, desde agilizar el proceso de desarrollo hasta producir contenido único

y amigable para *SEO*, los creadores de sitios web con IA han hecho que el desarrollo web esté disponible para todos. Solo en 2023, las búsquedas de creadores de sitios web con IA han alcanzado un máximo histórico, lo que indica que la innovación impulsada por la inteligencia artificial en el campo está creciendo. Por ejemplo, el Creador de sitios web de Hostinger es una plataforma con inteligencia artificial que te permite crear un sitio web altamente funcional y visualmente agradable en solo unos minutos (Hostinger, 2023).

Las empresas líderes invierten en la adopción de la inteligencia artificial en sus operaciones para aumentar la eficiencia, resolver problemas complejos y mejorar la experiencia del cliente. La adopción de IA implementada es más del 40% en China e India (IBM) (Hostinger, 2023) (ver **Figura 6**).

Figura 6. *Adopción de IA.*



Fuente: Hostinger (2023).

La amplia adopción del aprendizaje automático y la IA indica que las empresas en estas regiones están capitalizando la inteligencia artificial para impulsar la innovación y la eficiencia.

Para las empresas que operan o están considerando expandirse a estos mercados, entender las capacidades locales de inteligencia artificial ofrece una ventaja competitiva. Para los profesionales, el creciente panorama de la inteligencia artificial en estos países sugiere oportunidades de carrera en

roles relacionados con la IA. Más del 50% de las grandes empresas usarán la IA para 2024 (IDC) (Hostinger, 2023).

La IA se está volviendo una parte integral de las operaciones comerciales a gran escala. Para los dueños de negocios, no considerar soluciones de inteligencia artificial podría ponerlos en una desventaja competitiva. Para los empleados, esta tendencia significa que el uso de herramientas de IA se convertirá en una habilidad necesaria, el 25% de las empresas han adoptado la IA para abordar la escasez de mano de obra (IBM). La escasez de mano de obra puede impactar críticamente el rendimiento de una empresa y esta estadística revela que cada cuarta empresa está usando la inteligencia artificial para resolver este problema. Esto varía desde la automatización de tareas rutinarias hasta la contratación predictiva. Para las empresas, brinda una estrategia viable para gestionar las brechas de la fuerza laboral. Para las personas, esto puede significar que el entorno laboral futuro implicará cada vez más herramientas de IA, lo que hace que un entendimiento básico de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático sea un activo (Hostinger, 2023).

La financiación global de la inteligencia artificial alcanzó los 45 mil millones de dólares en 2022 (CB Insights). Está claro que la confianza del mercado en la inteligencia artificial está aumentando. Para los dueños de negocios, este número señala que el momento para la innovación en tecnología de IA es ahora, con abundante financiamiento disponible. Para los profesionales que trabajan en el mercado de la IA, altos niveles de inversión a menudo se traducen en seguridad laboral y oportunidades para el crecimiento profesional.

Los principales países para la inversión en inteligencia artificial son Estados Unidos y China (Tortoise). La financiación de *startups* con esta tecnología ha aumentado en promedio un 66% entre 2021 y 2023 *(Startups)*. Para los aspirantes a emprendedores, esta tendencia sugiere un ambiente propicio para lanzar nuevas empresas en el espacio de la IA. Para los inversores, el aumento en la financiación apunta a un mercado potencialmente lucrativo; sin embargo, una comprensión profunda de la tecnología ayuda a tomar decisiones de inversión inteligentes (Hostinger, 2023).

A medida que la inteligencia artificial se integra más en las empresas y servicios, la necesidad de profesionales capacitados en inteligencia artificial está aumentando. Aquí hay algunas estadísticas principales de IA que revelan esta creciente demanda y lo que significa para el empleo y el desarrollo de habilidades. La demanda de habilidades en IA está superando

la oferta de talento en la IA (CIO). Existe una brecha clara entre la demanda de habilidades de inteligencia artificial y la disponibilidad actual de talento. Para las empresas, esto sugiere que atraer y retener trabajadores con habilidades en IA se volverá cada vez más competitivo. Para los individuos, la escasez de talento en la inteligencia artificial señala una oportunidad lucrativa: adquirir habilidades en ello significa seguridad laboral y avance en la carrera. El salario promedio para profesionales de esta área es de $160,000 (Glassdoor).

El alto salario promedio para los profesionales de la inteligencia artificial resalta la prima que las empresas están dispuestas a pagar por estas habilidades especializadas. Para los trabajadores, esto indica que adquirir nuevas habilidades o volver a capacitarse en tecnologías globales de la IA puede ser una decisión inteligente para tu carrera, potencialmente llevando a un mayor potencial de ingresos. Para 2030, el 30% de las horas de trabajo en toda la economía de Estados Unidos podría estar automatizado con esta tecnología (McKinsey).

La implementación de la IA conduce a un aumento de la productividad y la automatización de varios procesos y tareas empresariales. Gracias a la implementación de la IA, se puede dedicar más tiempo y esfuerzo a tareas más creativas y estratégicas. A menudo, estas tareas requieren más participación humana, lo que resulta en una mejor asignación de recursos empresariales (Hostinger, 2023).

Automatización y Eficiencia: La IA podría automatizar tareas repetitivas y monótonas, liberando a los humanos para enfocarse en actividades más creativas y estratégicas. Esto podría aumentar la productividad y la eficiencia en múltiples sectores.

En los próximos cinco años, el mundo empresarial espera ver un cambio aún mayor hacia una estrategia de la IA más definida. A medida que miramos hacia el futuro cercano, las empresas y los profesionales por igual necesitan prepararse para un panorama donde la inteligencia artificial juega un papel cada vez más fundamental. Las siguientes estadísticas de IA subrayan las trayectorias futuras de las tendencias de la misma, se espera que la industria tenga un valor de $190 billones para 2030 (Grand View Research).

El valor de mercado anticipado de la industria de la IA sugiere que se extenderá a través de los sectores. Esto significa que las empresas, indepen-

dientemente de su tamaño o industria, necesitan pensar en integrar la inteligencia artificial en sus planes operativos y estratégicos. Para los individuos, significa que comprender la IA se está convirtiendo en una necesidad en la vida cotidiana y en el trabajo.

El aumento en la adopción de IA y el acceso digital impulsará el crecimiento laboral en más del 50% de las empresas encuestadas (*World Economic Forum*).

Más del 40% de los líderes empresariales informan un aumento de la productividad a través de la automatización de la IA (PWC). La tecnología de la inteligencia artificial no es solo publicidad, se quedará, al menos como una herramienta útil. El uso de la IA en la automatización ayuda con las tareas repetitivas, lo que te permite concentrarte en tareas más complejas y creativas.

Para los líderes empresariales, adoptar la automatización impulsada por la IA conduce a ganancias inmediatas en productividad. Para los empleados, entender cómo trabajar junto a las herramientas con inteligencia artificial puede convertirte en un activo indispensable para tu organización.

En lugar de eliminar empleos, la adopción de la inteligencia artificial puede estimular el crecimiento laboral en más de la mitad de las empresas encuestadas. Esta es una señal para que tanto las empresas como los empleados adopten las tecnologías de IA, no solo como una herramienta para la eficiencia, sino como un motor para la creación de empleo y el crecimiento económico.

El 50% de las empresas encuestadas planean invertir en departamentos de capacitación en el trabajo e internos relacionados con la adopción de IA (World Economic Forum). El énfasis en la formación interna subraya que a medida que la inteligencia artificial se vuelve más prevalente, las habilidades necesarias para trabajar con ella se vuelven cada vez más valiosas. Como resultado, las empresas están invirtiendo en la mejora de habilidades de su fuerza laboral. Para los individuos, esto representa una oportunidad para participar en el aprendizaje a lo largo de la vida, mejorando su empleabilidad y perspectivas de carrera en un mundo impulsado por la IA.

Se espera que la inteligencia artificial cree 133 millones de nuevos empleos para 2030 (McKinsey).

Muchos creen que los sistemas de inteligencia artificial pueden perturbar el mercado laboral. Sin embargo, las estadísticas de inteligencia artificial muestran lo contrario: el aprendizaje automático y la tecnología de IA pue-

den crear muchos empleos nuevos en diversos campos, desde la informática hasta la industria minorista.

Para los buscadores de empleo y profesionales, adquirir cierto nivel de alfabetización en la IA puede abrir puertas a nuevas oportunidades de carrera que no existían antes. Por ejemplo, gracias a ella en el servicio al cliente, podrías tener que enseñar a los *chatbots* a ser más divertidos.

La IA contribuirá con más de 15 billones de dólares a la economía global para 2030 (PWC). Estas estadísticas de crecimiento de la IA demuestran que la inversión en aprendizaje automático es altamente rentable. Los dueños de negocios deberían invertir en iniciativas de IA si quieren mantenerse por delante de la competencia. Para los individuos, esto significa que prácticamente cada industria implementará la IA. Mantenerse al día con el uso de la inteligencia artificial en tu campo, ya sea agricultura, finanzas o la industria manufacturera, puedes darte valiosos conocimientos para tomar decisiones de carrera e inversiones más inteligentes.

Con su capacidad para optimizar procesos, mejorar la experiencia del cliente, aumentar la eficiencia y proporcionar perspectivas predictivas, la IA se ha convertido en un factor de cambio para diversas industrias. Aquí hay algunos datos de inteligencia artificial que demuestran el impacto actual y futuro de la IA en la automatización. Más del 95% de los ejecutivos están de acuerdo en que la IA generativa revolucionará dónde y cómo se usa la IA (Accenture).

La IA generativa representa un avance en cómo puedes aplicar la tecnología, extendiendo su uso más allá del simple análisis de datos a la generación de nuevos datos y simulaciones.

Las empresas deberían considerar cómo la IA generativa podría aplicarse en sus operaciones y estrategia de negocio, ya sea en el diseño de productos, la gestión de la cadena de suministro o la participación del cliente.

El dominio de las empresas estadounidenses en la automatización industrial de la IA indica el ecosistema de innovación del país y las políticas de apoyo. Esto es especialmente importante para los inversores que se centran en las empresas de inteligencia artificial estadounidenses y los buscadores de empleo que consideran a los Estados Unidos como un mercado lucrativo para las oportunidades de carrera relacionadas con la IA. Para los empresarios, estas estadísticas de IA les animan a adoptar la automatización de inteligencia artificial en su organización si desean obtener una ventaja competitiva en el mercado.

> En una de las modalidades de la automatización, se encuentra el Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) el cual es una tecnología que permite a las computadoras entender, interpretar y usar el lenguaje humano.
>
> Con muchos avances en este campo, vemos un aumento en las aplicaciones desde asistentes de voz impulsados por IA y altavoces inteligentes hasta análisis de texto. Las siguientes estadísticas de inteligencia artificial revelan la escala y las implicaciones de esta revolucionaria tecnología. Se espera que el mercado de NLP tenga un valor de más de $40 mil millones en 2025 (Statista). El tamaño del mercado de PNL ha estado creciendo rápidamente y es muy probable que sea más de 14 veces más grande para 2025 que en 2017. Este crecimiento proyectado del mercado de PNL ilustra su creciente integración en diversas industrias, desde la industria minorista hasta la atención médica. Para las empresas, esta es una oportunidad para invertir en tecnologías de PNL para obtener una ventaja competitiva en su campo (Hostinger, 2023).

Reducción de Errores Humanos: Las máquinas pueden procesar grandes cantidades de datos con alta precisión, lo que podría reducir significativamente los errores humanos en áreas críticas como la salud y la seguridad.

Mejora en la Toma de Decisiones: La IA puede analizar vastas cantidades de información rápidamente, proporcionando datos actualizados y precisos que pueden ayudar a los profesionales a tomar decisiones más informadas y estratégicas.

Desventajas o Riesgos de la Singularidad de la IA

Desplazamiento de Empleos: La automatización avanzada podría llevar a la pérdida de empleos en sectores donde las tareas pueden ser realizadas por máquinas, lo que podría aumentar el desempleo y la desigualdad económica.

Como se vio en la sección anterior, el tema del empleo puede tener una perspectiva optimista que muestra que con la IA se pueden beneficiar las organizaciones en general y con ello generarse más empleos,

lo que por el momento se puede afirmar es que habrá grandes cambios en el mundo laboral.

> En las economías avanzadas, alrededor de un 60% de los empleos pueden verse afectados por la IA. Aproximadamente la mitad de los empleos que están expuestos podrían beneficiarse de la integración de la IA, que mejoraría la productividad. En la otra mitad, las aplicaciones de IA pueden ejecutar tareas que en la actualidad son realizadas por seres humanos, lo cual podría reducir la demanda de mano de obra, con una consiguiente merma de los salarios y la contratación. En los casos más extremos, algunos empleos pueden desaparecer.
>
> En los mercados emergentes y los países de ingreso bajo, en cambio, se prevé que la exposición a la IA sea de 40% y 26%, respectivamente. Estos hallazgos hacen pensar que, en las economías de mercados emergentes y en desarrollo, la IA provocará menos trastornos. Al mismo tiempo, muchos de estos países no cuentan con la infraestructura ni la fuerza laboral cualificada necesaria para explotar las ventajas de la IA, lo cual crea el riesgo de que, con el tiempo, la tecnología profundice la desigualdad entre las naciones (Georgieva, 2024).

Por otro lado, existen perspectivas menos optimistas que vaticinan un escenario catastrófico para el empleo en los próximos años y aunque hablan hipotéticamente de medidas paliativas importantes como la instauración de la renta básica universal, al final estas medidas son sumamente improbables en un mundo donde el individualismo está siempre presente, principalmente en los mercados.

> Este 2023 la inteligencia artificial es el tema principal y da la impresión que a cada semana, su tecnología evoluciona, poniendo en peligro el trabajo de cualquiera. Un tipo de ansiedad que ya tiene nombre, *"AI-nxiety"*, y que además es propiciada por noticias nada halagüeñas sobre el impacto de esta tecnología sobre la humanidad y en particular, sobre el mercado laboral.
>
> Hace unos días, la empresa responsable de *ChatGPT* y de los modelos de lenguaje *GPT-3, GPT-3.5 o GPT-4, OpenAI,* publicaba un documento en el que la propia empresa analizaba el futuro impacto de su tecnología en el mercado laboral estadounidense. Según señalaba el propio estudio, alrededor del 80% de la fuerza laboral de los trabajadores de Estados Unidos ten-

drán al menos un 10% de sus tareas afectadas por *ChatGPT* y tecnologías similares. Añadiendo además que el 19% de los puestos de trabajo serían afectados directamente.

Ahora es la entidad financiera estadounidense Goldman Sachs quien recoge en una investigación que la inteligencia artificial podría ocasionar una disrupción en el mercado laboral que afectaría a 300 millones de empleos en todo el mundo. Según este documento, el avance en inteligencia artificial podría conducir a la automatización de una cuarta parte del trabajo realizado en Estados Unidos y Europa, mientras que alrededor de las dos terceras partes de los trabajos actuales están expuestos a un grado de automatización (Diaz, 2023).

Falta de Control y Responsabilidad: A medida que las máquinas se vuelvan más inteligentes, podría ser difícil para los humanos mantener el control sobre ellas. Esto plantea preocupaciones sobre la responsabilidad y la ética en la toma de decisiones autónomas por parte de las máquinas.

Recientemente se suscitó un problema grave en los sistemas informáticos de varias empresas del mundo, por una falla en la actualización de los sistemas de *Microsoft*, hecho que de inmediato evocó una idea de posibles catástrofes cibernéticas globales.

El fallo informático global: Microsoft dice que trabaja "día y noche" por un arreglo, compañías restablecen operaciones (Telemundo, 2024).

Se trata posiblemente del mayor fallo informático global de la historia: cirugías y citas médicas han tenido que cancelarse. Grandes aerolíneas como American Airlines dijeron que están retomando sus vuelos tras paralizarlos.

Un fallo informático global afectó a grandes industrias alrededor del mundo como aerolíneas, bancos, tiendas y medios de comunicación.

Grandes aerolíneas ordenaron "una paralización total" de sus vuelos, informó el congresista Eric Swalwell, miembro del comité de la Cámara Baja de ciberseguridad.

*Microsof*t dijo que arregló el problema, pero los fallos persisten y la pantalla azul sigue apareciendo en pantallas públicas de Estados Unidos y el mundo.

CrowdStrike, una compañía de ciberseguridad con sede en Austin (Texas) cuyos servicios son usados por empresas y organismos públicos, dijo que un defecto en una de sus actualizaciones informáticas con Windows había ocasionado el problema.

Privacidad y Seguridad: La IA a menudo requiere grandes cantidades de datos personales para funcionar eficazmente, lo que plantea riesgos significativos para la privacidad y la seguridad de los datos. Además, la IA podría ser utilizada para desarrollar ciberataques más sofisticados.

Prejuicios y Discriminación: Los sistemas de IA pueden perpetuar o amplificar los prejuicios existentes si se entrenan con datos sesgados. Esto podría llevar a decisiones injustas y discriminatorias en áreas como la contratación, la justicia penal y los servicios financieros.

Cuando se trata de desafíos y riesgos de la IA, surge la necesidad de consideraciones éticas y supervisión regulatoria. Desde el sesgo en los algoritmos de IA hasta la subrepresentación en la investigación, el desarrollo ético de la inteligencia artificial se está volviendo cada vez más importante.

Hablemos de algunos hechos interesantes sobre la inteligencia artificial que destacan estos problemas.

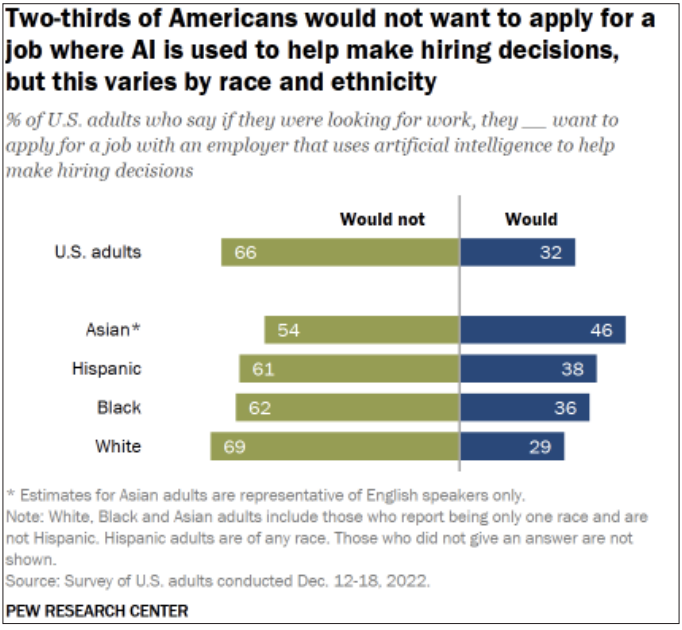
Más del 60% de los españoles están preocupados por el sesgo de la IA y la posible discriminación durante el proceso de contratación (PEW) (**Ver Figura 7**).

La percepción pública de la IA en España muestra que la IA ética no es solo una preocupación de nicho, sino un problema generalizado. Para empezar, las personas temen que la tecnología de IA pueda ser parcial.

Para los responsables de políticas y empresas, esto señala un fuerte respaldo público para la regulación de la IA y las directrices que garantizan prácticas de IA equitativas.

Un algoritmo de atención médica era menos probable que recomendara el tratamiento médico necesario para los pacientes negros (BMJ).

Figura 7. *Datos sobre la aceptación del uso de IA.*



Fuente: PEW Research Center (2024).

Este estudio destaca las posibles consecuencias potencialmente mortales de las aplicaciones de inteligencia artificial en la atención médica sesgadas. Para los proveedores de atención médica, este es un recordatorio de no confiar completamente en las herramientas de IA. Para los pacientes, enfatiza la importancia de abogar por una atención médica equitativa y buscar una segunda opinión cuando los médicos usan la IA.

Las mujeres solo publican el 11% de la investigación global de la IA (OCDE). La falta de diversidad en la investigación de la inteligencia artificial puede perpetuar los prejuicios y limitar la aplicabilidad de la tecnología. Para la academia y la industria tecnológica, esta estadística debería servir como una llamada de atención para fomentar entornos más inclusivos, lo que puede llevar a soluciones de IA más completas y equitativas.

Riesgos Éticos y Morales: Inculcar valores éticos en las máquinas es un desafío considerable. Las decisiones autónomas de la IA en contextos críticos podrían tener consecuencias negativas imprevistas, la autoridad moral de las decisiones que tomen los sistemas de IA estará en duda siempre, se puede considerar esta como algo realmente objetivo, ante la duda siempre habrá controversia.

En el ámbito jurídico, por ejemplo, en caso de que la IA sustituyera los mecanismos jurisdiccionales, cuál sería la respuesta de la gente ante la posibilidad de ser juzgados por sistemas de IA y no por jueces humanos, como se podría garantizar la equidad y la justicia en esos formatos.

Algunos sostienen que la IA podría contribuir a crear un sistema judicial penal más justo, en el que las máquinas podrían evaluar y sopesar los factores pertinentes mejor que los humanos, aprovechando su velocidad y su gran ingestión de datos. Por consiguiente, la IA tomaría decisiones basadas en decisiones informadas y carentes de todo sesgo y subjetividad, pero hay muchos desafíos éticos:

- *La falta de transparencia de las herramientas de la IA: Las decisiones de la IA no siempre son inteligibles para los humanos.*
- *La IA no es neutral: Las decisiones basadas en la IA son susceptibles de inexactitudes, resultados discriminatorios, sesgos incrustados o insertados.*
- *Prácticas de vigilancia para la recopilación de datos y la privacidad de los usuarios de los tribunales.*
- *Nuevas preocupaciones por la equidad y el riesgo para los derechos humanos y otros valores fundamentales.*

Entonces, ¿te gustaría ser juzgado por un robot en un tribunal? ¿aún y cuando no estemos seguros de cómo llegaría a sus conclusiones?

Es por ello por lo que la UNESCO adoptó la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, el primer instrumento normativo mundial sobre el tema.

Figura 8. Ética de la Inteligencia Artificial.

Fuente: Shutterstock.com (2024).

En el arte por ejemplo se están dando casos importantes que marcan un debate ético en la sociedad, sobre obras artísticas diversas que son realizadas o replicadas por la IA incluso con la autorización y participación de los autores, aunque muchas otras sin el consentimiento de ellos.

> En 2016, un cuadro de Rembrandt, "El Próximo Rembrandt", fue diseñado por una computadora y creado por una impresora 3D, 351 años después de la muerte del pintor.
>
> Para lograr tal proeza tecnológica y artística, se analizaron 346 pinturas de Rembrandt píxel por píxel y se escalaron mediante algoritmos de aprendizaje profundo para crear una base de datos única. Cada detalle de la identidad artística de Rembrandt pudo entonces ser capturado, sentando así las bases de un algoritmo capaz de crear una obra maestra sin precedente. Para dar vida al cuadro, una impresora 3D recreó la textura de las pinceladas y las capas de dolor en el lienzo para un resultado impresionante que podría engañar a cualquier experto en arte.
>
> Pero ¿quién puede ser designado como el autor? La compañía que orquestó el proyecto, los ingenieros, el algoritmo, o... ¿el mismo Rembrandt?

> En 2019, la compañía tecnológica china Huawei anunció que un algoritmo de IA ha sido capaz de completar los dos últimos movimientos de la Sinfonía nº 8, la composición inacabada que Franz Schubert comenzó en 1822, 197 años antes. Entonces, ¿qué sucede cuando la IA tiene la capacidad de crear obras de arte por sí misma? Si un autor humano es reemplazado por máquinas y algoritmos, ¿hasta qué punto se pueden atribuir los derechos de autor? ¿Puede y debe reconocerse a un algoritmo como autor y gozar de los mismos derechos que un artista?
>
> La obra de arte producida por la IA requiere una nueva definición de lo que significa ser "autor", a fin de hacer justicia a la labor creativa tanto del autor "original" como de los algoritmos y tecnologías que produjeron la obra de arte propiamente dicha.
>
> La creatividad, entendida como la capacidad de producir contenidos nuevos y originales mediante la imaginación o la invención, desempeña un papel central en las sociedades abiertas, inclusivas y pluralistas. Por esta razón, el impacto de la IA en la creatividad humana merece una cuidadosa atención. Si bien la IA es una herramienta poderosa para la creación, plantea importantes cuestiones sobre el futuro del arte, los derechos y la remuneración de los artistas y la integridad de la cadena de valor creativo.
>
> Necesitamos desarrollar nuevos marcos para diferenciar la piratería y el plagio de la originalidad y la creatividad, y reconocer el valor del trabajo creativo humano en nuestras interacciones con la IA. Estos marcos son necesarios para evitar la explotación deliberada del trabajo y de la creatividad de los seres humanos, y para garantizar la remuneración y el reconocimiento adecuados de los artistas, la integridad de la cadena de valor cultural y la capacidad del sector cultural de proporcionar empleos dignos.
>
> Es por ello por lo que la *UNESCO* adoptó la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, el primer instrumento normativo mundial sobre el tema (Unesco, 2023).

Finalmente, un dilema ético que se está dando con gran fuerza el día de hoy en la educación, es el del uso de la herramienta *ChatGPT* por los estudiantes para realizar sus trabajos, tareas e incluso en clase responder a preguntas. La mayoría de los profesores y profesoras sienten una sensación de resistencia ante estos procesos, prohibiendo incluso su utilización, evocando las formas antiguas para el aprendizaje como los mejores métodos, más por haber sido formados en ellos, que por

la certeza de que los métodos modernos con IA son deficientes. En este sentido, la principal reflexión que tenemos es sobre la condición humana a definir normas sociales en función de sus creencias, más que de análisis profundos y científicos, que al final constituyen una paradoja, porque la misma ciencia está plagada de condicionamientos éticos y morales que la determinan.

Conclusiones

La singularidad de la IA y la autoconciencia de las máquinas representan una frontera final que podría redefinir lo que significa ser humano y nuestra relación con la tecnología. Es un tema que invita a la reflexión y al debate sobre el futuro de nuestra especie y el papel de la tecnología en nuestras vidas.

Es un hecho que la ruta está definida y será muy complejo regularla y mucho más detenerla como han sugerido Musk y Altaman, por lo que las instituciones sociales como las universidades, por ejemplo, tienen una responsabilidad en definir marcos de reflexión y orientación en el uso de las tecnologías.

La singularidad en su apartado que ya está sucediendo en torno a encontrar que se ha superado la capacidad cognitiva humana, se ha visto una gran cantidad de beneficios en el trabajo, la salud, la educación, la política y otros, mismos ámbitos donde se manifiestan claramente múltiples riesgos también analizados. Al final resulta interesante desatacar que en este ámbito, donde la IA aún se mantiene en un espacio de control y orientación humana, somos nosotros quienes definimos y decidimos, lo que no necesariamente se ha visto que es bueno, para muestra mencionaremos la condición humana de la reproducción material que se tiene en el mundo desde hace más de tres décadas, es decir, con la tecnología que poseemos actualmente, el ser humano sería capaz de mantener una buena calidad de vida para los más de 8mil millones de habitantes de la tierra, a través de sistemas organizativos apropiados y democráticos, pero esto no sucede ahora, lo que genera cierto pesimismo por ejemplo hacia la idea de la “renta básica universal” que proponen personajes como Elon Musk.

Finalmente en este ámbito hipotético, resulta muy interesante reflexionar sobre las principales problemáticas de la singularidad, al ser estas de un corte más bien filosófico, ya que es muy difícil precisar la naturaleza del pensamiento de las máquinas o lo que en procesos cibernéticos lo emulen, pensamos que es aún difícil saber como orientaría una inteligencia autónoma su autorreferencia en cuanto a su existencia, también en cuanto a su relación con el ser humano, sobre todo en aquellos temas en los que la civilización es incongruente, es decir en cuanto a las problemáticas sociales en general como el calentamiento global, la pobreza, la violencia, las guerras, la inseguridad, el abuso del poder en general, es ahí donde seguramente estaría.

Referencias Bibliográficas

Acosta, J. (2024, mayo). *Presentan primer sistema robótico para transplantes de cabeza basado en IA, en Portafolio.* www.portafolio.co/innovacion/presentan-primer-sistema-robotico-para-trasplante-de-cabeza-basado-en-ia-605403

Acelera-pyme. (2023). *Introducción y uso de ChatGpt*. España Digital.

BBVA. (2024, julio). *Machine Learnig. BBVA – Tecnologia- IA*. www.bbva.com/es/innovacion/machine-learning-que-es-y-como-funciona/

Diaz, R. (2023, 29 de marzo). *La inteligencia artificial pone en riesgo 300 millones de empleo en todo el mundo. En El Mundo*. www.elmundo.es/tecnologia/2023/03/29/64248311fdddffab0b8b45cf.html

Duffy, C. y Ramishaf, M. (2023). *Elon Musk advierte que la IA podría causar la "destrucción de la civilización, aunque invierte en ella.* https://cnnespanol.cnn.com/2023/04/18/elon-musk-advierte-ia-podria-causar-destruccion-civilizacion-trax/

EdTech Magazine. (2021). *How AI Chatbots are Revolutionizing Education.* https://www.edtechmagazine.com/k12/article/2019/03/how-ai-chatbots-are-revolutionizing-education

Fung, B. (2023, mayo). *Sam Altman, el hombre detrás de ChatGPT testifica ante el Congreso sobre los riesgos de la IA. www.cnnespanol.cnn.com/2023/05/16/sam-altman-ceo-openai-congreso-riesgos-inteligencia-artificial-trax/*

Georgieva, K. (2024, 16 de enero). *La economía mundial transformada por la inteligencia artificial ha de beneficiar a toda la humanidad*. www.imf.org/es/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity

Hostinger. (2023, febrero). *IA: 28 estadísticas y tendencias en 2024*. www.hostinger.mx/tutoriales/estadisticas-y-tendencias-de-ia

Itrex. (2023, noviembre). *Esto es todo lo que una empresa debería saber sobre modelos de lenguaje grandes*. www.hackernoon.com/es/esto-es-lo-que-toda-empresa-deberia-saber-sobre-los-modelos-de-lenguaje-grande

Metz, C. (2024, mayo). *El nuevo sistema de OpenAI, GPT-4o, puede escuchar, hablar y observar*. www.nytimes.com/es/2024/05/13/espanol/openai-chatgpt-gpt-4o.html

Perez, S. (2020). *De que hablamos cuando hablamos de innovar: El advenimiento de la tecnología inteligente, explicado a gente con prisa*. En Independenty Published, España.

Telemundo. (2024, 20 de julio). *El fallo informático global: Microsoft dice que trabaja "día y noche" por un arreglo, compañías restablecen operaciones*. www.telemundo.com/noticias/noticias-telemundo/ciencia-y-tecnologia/blog/fallo-informatico-mundial-crowdstrike-microsoft-rcna162744

Esta obra fue editada por:

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

Parque del Emperador 14, Colonia El Parque
de Coyoacán, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04890

remineo.org

La Inteligencia Artificial está dominando todos los apartados del desarrollo tecnológico de los últimos meses y ya se habla de la inmortalidad del ser humano o la singularidad, condición en que las máquinas alcanzarán en poco tiempo la metacognición y serán conscientes de su existencia con una posible dirección agresiva que permitiría la extinción de la raza humana, como si de una película de ciencia ficción se tratara: guerras digitales, meta-crisis económicas con macro-desempleo global, son solo algunas de las proyecciones pesimistas que la IA genera. Pero por otro lado existen más perspectivas optimistas de su uso, como el de la medicina que salvará gente y mejorará la calidad de vida de la humanidad, la economía y las finanzas eficientes para la población, la educación para un conocimiento más avanzado, la gestión de las empresas y del gobierno, la equidad y múltiples aspectos éticos de mejora para la sociedad gracias a los avances de la IA. Todos estos temas son algunas de las perspectivas que este libro abarca y que busca ofrecer en un panorama amplio, crítico y ameno sobre el futuro de la inteligencia artificial, que aunque a la velocidad a la que va el desarrollo de la IA, el futuro ya es presente en todo momento metafóricamente hablando. En un esfuerzo colectivo que no tiene precedentes, investigadores de México y Latinoamérica crean esta obra aprovechando la misma dinámica que ofrece la IA, tanto en los temas tratados en el libro, como en la velocidad en la que se llevó a cabo, ya que después del webinar realizado a principios de julio de 2024 en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, sólo transcurrió un mes y la edición salió a la luz gracias al uso de la propia IA, principalmente GPT, herramienta utilizada por las y los autores en la producción de sus capítulos, pero también se utilizaron otras IA para su revisión, diseño y promoción, hecho que convierte el mismo libro, en laboratorio para quienes participaron en él, con algunos autores y autoras que incluso no tenían la familiaridad con las IA y que han encontrado fascinante y retador el acercamiento a ella. Es un hecho que la IA viaja a una velocidad que es imposible contenerla y en ocasiones comprenderla, y sobre todo su evolución es irreversible y lo menos que podemos hacer desde nuestras instituciones, es realizar acercamientos permanentes, científicos y críticos para intentar orientar a las y los estudiantes de la mejor manera posible, para salvarguar el sentido social, humano y ecológico de nuestra civilización.

ISBN 978-607-8049-09-7