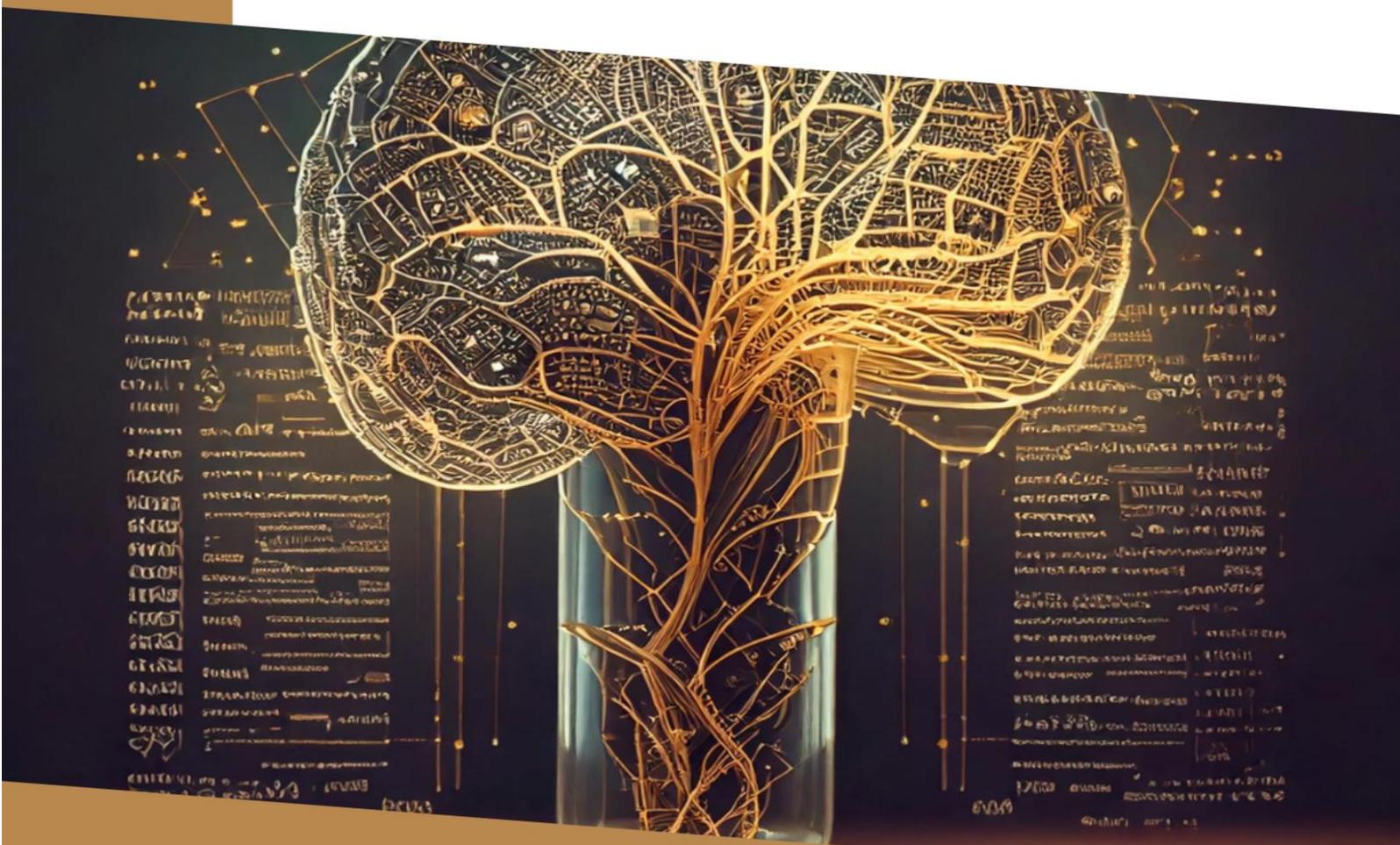


# **INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DESDE EL DESARROLLO SOSTENIBLE, ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA, HASTA LA ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS EXACTAS**

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

Juan Carlos Lázaro Guillermo, Oscar Benito Pacheco, Carlos Máximo Gonzáles  
Añorga, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Percy Edwin De la Cruz Vélez de  
Villa, Ronald Alfonso Melgarejo Solis, Hernán Noé Espinoza Acero



ISBN: 978-9915-9752-1-4

URUGUAY - 2024



9 789915 975214

Inteligencia artificial: Desde el desarrollo sostenible, económico y de gobernanza, hasta la ética de la investigación en ciencias exactas

Juan Carlos Lázaro Guillermo, Oscar Benito Pacheco, Carlos Máximo González Añorga, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Percy Edwin De la Cruz Vélez de Villa, Ronald Alfonso Melgarejo Solis, Hernán Noé Espinoza Acero

© Juan Carlos Lázaro Guillermo, Oscar Benito Pacheco, Carlos Máximo González Añorga, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Percy Edwin De la Cruz Vélez de Villa, Ronald Alfonso Melgarejo Solis, Hernán Noé Espinoza Acero, 2024

Primera edición: Diciembre, 2024

Editado por:

Editorial Mar Caribe

[www.editorialmarcaribe.es](http://www.editorialmarcaribe.es)

Av. General Flores 547, Colonia, Colonia-Uruguay.

Diseño de portada: Yelitza Sánchez Cáceres

Libro electrónico disponible en:

<https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975214>

Formato: electrónico

ISBN: 978-9915-9752-1-4

ARK: [ark:/10951/isbn.9789915975214](https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975214)

**Aviso de derechos de atribución no comercial:** Los autores pueden autorizar al público en general a reutilizar sus obras únicamente con fines no lucrativos, los lectores pueden usar una obra para generar otra obra, siempre y cuando se dé el crédito de investigación y, otorgan a la editorial el derecho de publicar primero su ensayo bajo los términos de la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Editorial Mar Caribe firmante N° 795 del 12.08.2024 de la Declaración de Berlín:** *“Nos sentimos obligados a abordar los desafíos de internet como un medio funcional emergente para la distribución de conocimiento. Obviamente, estos avances podrán modificar significativamente la naturaleza de la publicación científica, así como el sistema existente de aseguramiento de la calidad”* (Sociedad Max Planck, ed.. 2003., pp. 152-153).

**Editorial Mar Caribe**

**Inteligencia artificial: Desde el desarrollo sostenible, económico y de gobernanza, hasta la ética de la investigación en ciencias exactas**

**Colonia del Sacramento, Uruguay**

**2024**

# Sobre los autores y la investigación

## **Juan Carlos Lázaro Guillermo**

[jlazarog@unia.edu.pe](mailto:jlazarog@unia.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-4785-9344>

*Universidad Nacional Intercultural de la  
Amazonia, Perú*

## **Oscar Benito Pacheco**

[obenitop@unmsm.edu.pe](mailto:obenitop@unmsm.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0003-1157-7764>

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

## **Carlos Máximo Gonzáles Añorga**

[cgonzales@unifsc.edu.pe](mailto:cgonzales@unifsc.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0001-9196-2093>

*Universidad Nacional José Faustino Sánchez  
Carrión, Perú*

## **Adegundo Mario Cámara Figueroa**

[adegundo.camara@unmsm.edu.pe](mailto:adegundo.camara@unmsm.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0001-5635-7277>

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

## **Percy Edwin De la Cruz Vélez de Villa**

[pdelacruzv@unmsm.edu.pe](mailto:pdelacruzv@unmsm.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-4943-7620>

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos,  
Perú*

## **Ronald Alfonso Melgarejo Solis**

[ronald.melgarejo@upn.edu.pe](mailto:ronald.melgarejo@upn.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-1476-0698>

*Universidad Privada del Norte, Perú*

## **Hernán Noé Espinoza Acero**

[hespinoza@unsa.edu.pe](mailto:hespinoza@unsa.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-1054-6299>

*Universidad Nacional de San Agustín, Perú*

### **Libro resultado de investigación:**

Publicación original e inédita, cuyo contenido es resultado de un proceso de investigación realizado antes de su publicación, ha sido revisada por pares externos a doble ciego, el libro ha sido seleccionado por su calidad científica y porque contribuye significativamente en el área del saber e ilustra una investigación completamente desarrollada y completada. Además, la publicación ha pasado por un proceso editorial que garantiza su estandarización bibliográfica y usabilidad.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	7
<b>Capítulo I</b> .....	11
<b>Inteligencia artificial para el desarrollo sostenible y económico del Estado</b> .....	11
<b>1.1 El papel de la Inteligencia Artificial en el Desarrollo Sostenible</b> .....	13
<b>1.1.1 Contribución de la IA al Desarrollo Económico</b> .....	15
<b>1.1.2 Ética e Implicaciones Sociales</b> .....	18
<b>1.2 Los ODS y la IA</b> .....	24
<b>1.2.1 Confluencia entre Inteligencia Artificial y ODS</b> .....	26
<b>1.2.2 Acceso desigual a tecnologías avanzadas</b> .....	29
<b>Capítulo II</b> .....	34
<b>Enfoque de la inteligencia artificial centrado el ser humano y el enfoque ético de los gobiernos electrónicos</b> .....	34
<b>2.1 El concepto de inteligencia artificial centrada en el ser humano</b> .....	36
<b>2.1.1 Inteligencia artificial en Educación</b> .....	38
<b>2.1.2 Ética y gobernanza</b> .....	39
<b>2.2 Inteligencia artificial aplicada en gobierno electrónico</b> .....	42
<b>2.2.1 Integración de Inteligencia Artificial en Gobierno Electrónico</b> .....	44
<b>Capítulo III</b> .....	49
<b>Inteligencia Artificial generativa en educación e investigación</b> .....	49
<b>3.1 Conceptos Fundamentales de la Inteligencia Artificial Generativa</b> .....	50
<b>3.1.1 Aplicaciones de la IA Generativa en la Educación</b> .....	52
<b>3.1.2 Evaluación y Retroalimentación Automática</b> .....	53
<b>3.1.3 Impacto de la IA Generativa en la Investigación Académica</b> .....	54
<b>3.1.4 Innovación en Metodologías de Investigación</b> .....	55
<b>3.1.5 Creación de Contenidos Educativos</b> .....	57
<b>3.2 Inteligencia artificial en la Investigación y sociedad científica</b> .....	58

<b>3.2.1 Impacto de la Inteligencia Artificial en la Sociedad Científica</b> .....	60
<b>Capítulo IV</b> .....	64
<b>Desarrollo de capacidades digitales con inteligencia artificial: enfoque hacia las ciencias</b> .....	64
<b>4.1 Capacidades Digitales y su Importancia</b> .....	65
<b>4.1.1 Integración de Inteligencia Artificial en el Desarrollo de Capacidades</b> .....	67
<b>4.2 Inteligencia artificial en el desarrollo de las ciencias exactas</b> .....	71
<b>4.2.1 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en las Matemáticas</b> .....	73
<b>Conclusiones</b> .....	82
<b>Bibliografía</b> .....	84

# Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en uno de los pilares fundamentales del desarrollo tecnológico en el siglo XXI, impactando prácticamente todas las áreas de la vida humana. En un contexto de creciente preocupación por el medio ambiente, la economía global y la gobernanza, la IA ofrece tanto oportunidades únicas como desafíos significativos. Este ensayo explora cómo la IA puede contribuir al desarrollo sostenible, al crecimiento económico y a la mejora de la gobernanza, al mismo tiempo que aborda los dilemas éticos que surgen en la investigación de ciencias exactas.

Desde una perspectiva de desarrollo sostenible, la IA puede desempeñar un papel crucial en la optimización de recursos naturales y en la reducción de la huella de carbono. Las tecnologías de IA permiten un manejo más eficiente del agua, la energía y otros recursos, promoviendo prácticas más sostenibles en diversas industrias. No obstante, es imprescindible garantizar que el desarrollo de estas tecnologías no contribuya al agotamiento de estos recursos ni al deterioro del medio ambiente.

Económicamente, la IA promete revolucionar sectores enteros, desde la manufactura hasta los servicios financieros, facilitando procesos más rápidos e innovadores. Sin embargo, la automatización también plantea preocupaciones sobre la pérdida de empleo y la desigualdad económica, lo que requiere una atención especial en la formulación de políticas que aseguren una transición justa para todos los trabajadores. En este contexto, la gobernanza de la IA se enfrenta a retos legales y éticos, incluyendo la privacidad de los datos y la transparencia en los algoritmos.

La implementación de regulaciones adecuadas es esencial para garantizar que los beneficios de la IA se distribuyan equitativamente y que se protejan los derechos de los ciudadanos. Este ensayo se adentrará

en cada uno de estos aspectos, evaluando los riesgos y beneficios asociados con el avance de la inteligencia artificial en nuestra sociedad actual. Por lo tanto, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta crucial en la búsqueda del desarrollo sostenible. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y aprender de patrones permite optimizar recursos y mejorar la eficiencia en diversas áreas. Sin embargo, es fundamental analizar el impacto ambiental de esta tecnología, así como su potencial para impulsar soluciones sostenibles.

La formación y operación de modelos de aprendizaje automático, especialmente aquellos que requieren cantidades masivas de datos, puede ser intensiva en energía. Los centros de datos que alojan estas operaciones generan una huella de carbono significativa. La inteligencia artificial (IA) está transformando la economía global de diversas maneras, principalmente a través de la innovación en sectores industriales y la automatización de procesos, lo que, a su vez, genera implicaciones significativas para el empleo.

Para los autores, la clave estará en adaptar la educación y la formación laboral para preparar a la fuerza laboral ante estos cambios. La gobernanza y las regulaciones de la inteligencia artificial (IA) se han convertido en temas prioritarios en la agenda mundial debido a su creciente influencia en diversos aspectos de la vida cotidiana. La rápida evolución de esta tecnología presenta varios desafíos legales y éticos que requieren una atención inmediata por parte de los legisladores y de la sociedad en general.

Uno de los principales dilemas éticos en la investigación de ciencias exactas es la manipulación de datos. La integridad científica exige que los datos sean manejados de manera honesta y transparente. Sin embargo, la presión por publicar resultados innovadores puede llevar a algunos investigadores a alterar o seleccionar datos que favorezcan sus hipótesis, comprometiendo así la validez de sus trabajos. Otro dilema importante es el sesgo algorítmico. A menudo, los algoritmos de IA se

entrenan con conjuntos de datos que reflejan sesgos históricos o culturales. Esto puede resultar en decisiones injustas, especialmente en áreas como la contratación o la justicia penal. Es esencial que los investigadores sean conscientes de estos sesgos y trabajen activamente para mitigarlos.

La responsabilidad en el desarrollo y aplicación de la IA es un tema igualmente relevante. Existen preguntas éticas sobre quién es responsable de las decisiones tomadas por un sistema de IA. ¿Es el programador, la empresa desarrolladora o la entidad que utiliza la tecnología? La falta de claridad en esta responsabilidad puede llevar a una ausencia de rendición de cuentas en caso de errores o malas prácticas. Además, el uso de la IA en el ámbito militar plantea serias preocupaciones éticas, como el potencial uso autónomo de sistemas de armas.

La imposición de límites éticos en estas investigaciones es indispensable para asegurar que la IA se desarrolle de manera responsable y con un enfoque centrado en el ser humano. En términos de gobernanza, la regulación de la inteligencia artificial es vital para garantizar que su desarrollo se alinee con los intereses públicos. Los desafíos legales son amplios, desde la privacidad de los datos hasta la responsabilidad en casos de mal funcionamiento de sistemas automatizados. Los marcos políticos que se implementen deben ser flexibles y adaptables para responder a la rapidez con la que avanza la tecnología.

En general, se busca que la inteligencia artificial integre a todas las áreas del saber de manera transdisciplinar, en especial a las ciencias básicas y exactas, donde el dilema ético asociado con la investigación en ciencias exactas no puede ser subestimado. Es vital que las comunidades científicas y tecnológicas se adhieran a principios éticos sólidos y promuevan la transparencia y la responsabilidad. Solo así podremos asegurar que la inteligencia artificial sea un motor de progreso y no una fuente de conflictos o desigualdades. Por lo tanto, el futuro de la IA

depende de un enfoque colaborativo que contemple todas estas dimensiones.

# Capítulo I

## Inteligencia artificial para el desarrollo sostenible y económico del Estado

La IA se ha convertido en un motor principal de transformación en casi todos los sectores de la sociedad. En este contexto, la IA es un habilitador clave para asegurar el desarrollo económico, inclusivo y sostenible de los Estados al mejorar la eficiencia y efectividad de las políticas públicas, ayudando a impulsar el progreso frente a aspectos globales, como el cambio climático, la pobreza y la desigualdad.

El desarrollo sostenible es definido por la Comisión Brundtland como el tipo de desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas (UN), s/f). Esta definición resalta la importancia del equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección medioambiental. Una forma concreta de realizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas comienza con los países implementando tecnologías avanzadas como la IA para integrar los ODS en sus naciones.

Una de las maneras en que la inteligencia artificial puede desempeñar un papel importante en el desarrollo sostenible es a través de la eficiencia en la utilización de recursos. Podemos usar tecnologías de IA para optimizar procesos en sectores clave como la agricultura, la energía y el transporte. Los sistemas de IA pueden basarse en el análisis en tiempo real de datos climáticos y del suelo para ayudar a los agricultores a mejorar sus prácticas, reduciendo el uso de pesticidas y aumentando los rendimientos agrícolas, como en la agricultura de precisión. Esto promueve la agricultura sostenible que es provechosa para los agricultores y reduce el daño a redes criminales naturales.

Más allá de la agricultura, la IA también puede ser crucial en la gestión de energía. Usando algoritmos que pronostiquen la demanda energética y optimicen su distribución, es posible reducir el consumo de combustibles fósiles y aumentar la participación de la energía renovable en la matriz energética de un país. El papel de la sostenibilidad y la optimización de recursos a través de la tecnología se destaca en el caso de las Redes Inteligentes, donde el uso de IA está reduciendo el consumo de energía al equilibrar la oferta y la demanda de energía.

En términos económicos, la IA puede descubrir posibilidades innovadoras para promover el crecimiento. Al automatizar procesos y desarrollar modelos de negocio basados en datos, se crean nuevas oportunidades para empresas y emprendedores. En este caso, se desarrollan nuevos campos (análisis de datos, robótica, biotecnología, entre otras). Tan pronto como los Estados crean un entorno empresarial innovador, el crecimiento económico y la generación de empleo pueden crecer (UNESCO IESALC, 2023a).

Pero el uso de la inteligencia artificial no está exento de obstáculos. Si nadie gestiona el riesgo de que las tecnologías de IA se usen en exceso, la adopción de estas tecnologías podría profundizar las desigualdades sociales y económicas. Es imperativo que los gobiernos y entes regulatorios establezcan políticas que fomenten una IA inclusiva y equitativa, asegurando que todos los sectores de la sociedad puedan beneficiarse de su uso. Esto incluye capacitar y educar a la fuerza laboral para adaptarse a la automatización y a la IA que crea nuevos entornos de trabajo.

La ética y la transparencia de la inteligencia artificial, no obstante, es otra historia. El impacto potencial de la toma de decisiones automatizada en la vida de las personas es tan significativo que es crucial tener marcos regulatorios sólidos para garantizar que la tecnología se use de manera responsable. Fomentar un diálogo abierto entre gobiernos, empresas y sociedad civil es vital mientras trabajamos hacia un futuro en el que la inteligencia artificial sea una fuerza para el bien.

Por lo tanto, la IA podría ser potencialmente una herramienta significativa para la conservación del mantenimiento de la economía de los Estados. Esto le permite ser un gran aliado en la mejora de la eficiencia y productividad en el uso de recursos, innovación y escalamiento y abordaje de problemas complejos. No obstante, su adopción debe venir con un marco ético y regulador que promueva la distribución justa y equitativa de sus beneficios en toda la sociedad. En un mundo impulsado por la IA, los países necesitan una visión holística que sea sensible tanto a la promesa como al peligro.

## **1.1 El papel de la Inteligencia Artificial en el Desarrollo Sostenible**

La IA es una fuerza potencial para la sostenibilidad y su impacto en el desarrollo sostenible se está volviendo cada vez más relevante. Situada en el contexto de paradigmas nunca antes vistos en la historia de la humanidad, la IA presenta nuevos caminos para la solución innovadora de problemas. En este contexto, es importante evaluar cómo contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como resaltar estudios de caso que la hayan aplicado con éxito.

Los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) son la agenda mundial para el desarrollo sostenible hacia 2030, un plan de acción universal adoptado por 193 países para acabar con la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. La inteligencia artificial puede ayudar a acelerar la realización de estos objetivos, haciendo que muchos sectores sean más efectivos y eficientes en su funcionamiento. Aquí hay algunas de las formas en que la IA puede ayudar con los ODS:

- No pobreza (ODS 1): La IA puede revelar patrones de pobreza y vulnerabilidad en diferentes demografías a través del análisis de datos y modelos predictivos. También permite a los gobiernos y organizaciones formular políticas más impactantes y dirigidas a los requerimientos únicos de las comunidades.

- Salud y bienestar (ODS 3): La IA está transformando el panorama de la atención sanitaria para mejor, mejorando la precisión diagnóstica, creando planes de tratamiento personalizados y mejorando los sistemas de prestación de cuidados. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden procesar imágenes médicas con una precisión similar a la de un radiólogo, mejorando el diagnóstico precoz en un entorno de atención sanitaria.
- Educación de calidad (ODS 4): Las plataformas impulsadas por IA pueden personalizar la experiencia de aprendizaje, ajustándose al ritmo y necesidades de cada estudiante. Esto significa que la educación de calidad se vuelve más equitativa, particularmente en comunidades desatendidas.
- Acción por el clima (ODS 13): La IA muestra promesa en la modelización de escenarios climáticos y la predicción de desastres naturales, lo que podría ayudarnos a prepararnos mejor para responder a eventos catastróficos. También optimiza los procesos industriales para reducir las emisiones de carbono y maximizar la eficiencia de los recursos.
- Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11): La planificación y gestión mejorada de los servicios públicos a través de datos urbanos puede fomentar la sostenibilidad y resiliencia de las ciudades. Sus sistemas inteligentes de tráfico, es decir, pueden ayudar a aliviar la congestión y las emisiones relacionadas.

Esto también muestra que los procesos y tecnologías basadas en IA —como la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos y aprender de ellos— están transformando cómo se pueden abordar estos semblantes; el campo de la IA demuestra que las soluciones en diferentes esferas pueden ayudarnos a identificar respuestas para alcanzar los ODS (UNESCO IESALC, 2023b). Estas manifestaciones pueden revelar el potencial de la IA para el desarrollo sostenible. Aquí hay algunos estudios de caso que cumplen con el requisito:

- Ubisoft y el reciclaje electrónico: El desarrollo de videojuegos Ubisoft utiliza IA para optimizar el reciclaje de electrónicos de desechos generados durante la producción de juegos. Esto podría conducir a una mejor identificación y clasificación de materiales reciclables, en última instancia, aumentando el reciclaje de desechos y contribuyendo al ODS 12 (Consumo y producción responsables).
- Salud pública e IBM: El proyecto IBM Watson, utilizando IA para analizar datos clínicos, ha demostrado que puede mejorar la prestación de atención sanitaria en regiones desatendidas. Con sus esfuerzos de colaboración con instituciones de salud en comunidades rurales, Watson ha mejorado el diagnóstico y los tratamientos, ayudando a disminuir la mortalidad por enfermedades prevenibles como parte del ODS 3.
- Google y la agricultura inteligente: La compañía tecnológica aplica IA para proporcionar información a los agricultores sobre el estado nutricional de los cultivos y predicciones climáticas junto con datos de consumo de agua. Esto ayuda a que los sistemas agroalimentarios sean más productivos y sostenibles, lo que aumenta su contribución hacia el ODS 2 (Hambre Cero).

Esta evidencia muestra el proceso de implementación de la inteligencia artificial como impulsor del desarrollo sostenible en una serie de dimensiones, desencadenando un efecto multiplicador en la mejora de la calidad de vida de las personas y en la protección del planeta. La evidencia de su potencial para avanzar en los ODS y de su aplicación a través de estudios de caso concretos ilustra que, cuando se aborda de forma responsable y ética, la IA puede ser uno de los aliados más poderosos para lograr un futuro más sostenible y justo (Naciones Unidas (UN), 2018).

### **1.1.1 Contribución de la IA al Desarrollo Económico**

La IA está alterando la economía mundial más rápido que cualquier otra tecnología en la historia, creando oportunidades sin precedentes en

casi todos los sectores. La simbiosis de la IA en los procesos de producción y la creación de nuevos modelos de negocio impulsarán el crecimiento económico, que, cuando se maneje adecuadamente, podrá volverse sostenible y beneficioso para la sociedad en su conjunto. La automatización de procesos es uno de los efectos primarios de la IA en la economía. Este tipo de automatización permite a las empresas llevar a cabo tareas mecánicas y repetitivas de manera óptima con un margen de error menor, ya que estos sistemas pueden funcionar en jornadas de trabajo completas, aumentando así su capacidad productiva. Entre las áreas donde la automatización ha desempeñado un papel significativo están:

- Manufactura: Las fábricas inteligentes utilizan robots equipados con IA para ensamblar productos, reducir costos y aumentar la producción. Esto permite a las empresas escalar rápidamente sus operaciones y adaptarse a la demanda del mercado.
- Logística y cadena de suministro: Sistemas de IA pueden optimizar rutas de entrega, prever la demanda y gestionar el inventario, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa y reducción de costos.
- Atención al cliente: Los chatbots y asistentes virtuales, impulsados por IA, pueden atender consultas y brindar soporte a los clientes de forma instantánea, liberando a los empleados de tareas básicas y permitiéndoles enfocarse en cuestiones más complejas que requieren pensamiento crítico.

En cambio, si no tomamos las medidas de política necesarias para ayudar a los trabajadores a transitar y aprender nuevas habilidades, entonces las máquinas que asumen trabajos tradicionales pueden avivar las tensiones laborales y aumentar la desigualdad. Por lo tanto, es imperativo que los gobiernos y las empresas trabajen juntos para crear programas de capacitación y reciclaje.

Además, además de la automatización, la IA está desencadenando el surgimiento de nuevos modelos de negocio que antes no podían existir.

Las empresas están probando mecanismos novedosos que utilizan los poderes de la IA para satisfacer las necesidades de los consumidores en evolución:

- Economía de consumo altamente personalizada: Con la ayuda del análisis masivo de datos, las empresas ahora pueden ofrecer productos y servicios altamente personalizados. Identificando patrones de comportamiento y preferencias del cliente, los algoritmos de IA aconsejan a las empresas sobre cómo diseñar mejores ofertas y experiencias para sus clientes, llevando la experiencia del usuario y la lealtad a la marca a aumentar.
- Plataformas de colaboración: La IA actúa como un facilitador para construir plataformas que conecten a los usuarios para interacción y colaboración en tiempo real, desde aplicaciones de espacios de trabajo colaborativos hasta plataformas de educación en línea. Estas modalidades emergentes están redefiniendo cómo cada uno de nosotros trabaja, aprende y se involucra, generando economías más dinámicas.
- Modelos de negocio basados en suscripción: Un número considerable de negocios ha optado por utilizar modelos de suscripción para proporcionar servicios continuos y predecibles. Es decir, las empresas de software ya no venden productos de software, ofrecen servicios en la nube que aprovechan la IA para mejorar constantemente la experiencia del usuario (preservación digital, asignación de identificadores persistentes, etc.).
- Fintech, Insurtech: Procesos como las aprobaciones de crédito se hacen más rápidos y precisos a través de la IA, mientras que la IA analiza el comportamiento del usuario para proporcionar coberturas de seguros, abriendo las puertas a servicios financieros previamente inaccesibles.

Las instituciones juegan un papel crucial para capitalizar el potencial de la IA impulsando la automatización y los modelos de negocio disruptivos. Estas transformaciones tienen el potencial de mejorar

considerablemente la productividad y crear riqueza si se implementan políticas de desarrollo inclusivas y equitativas.

### **1.1.2 Ética e Implicaciones Sociales**

Es necesario analizar cómo estas tecnologías pueden reforzar las desigualdades existentes y la necesidad de regulaciones y políticas públicas apropiadas para asegurar su desarrollo equitativo y responsable. Una de las preguntas más persuasivas en torno a la IA es su potencial para acelerar las desigualdades sociales y económicas. Si las herramientas de IA no se gestionan adecuadamente, pueden discriminar a algunos en detrimento de otros, profundizando los sistemas existentes de opresión e inequidad (Arbeláez et al., 2021). Aquí hay algunas formas en que la IA podría magnificar estas desigualdades:

- Acceso inequitativo a la tecnología: No todos los grupos sociales tienen el mismo acceso a las herramientas de IA. Tanto las comunidades urbanas como rurales desfavorecidas pueden no tener el apoyo infraestructural relevante para beneficiarse de las aplicaciones de IA (internet de alta velocidad, dispositivos inteligentes, etc.). El crecimiento de la brecha digital puede entonces exacerbar la brecha en el desarrollo económico y educativo.
- Sesgo en algoritmos: Los sistemas de IA son tan buenos como los datos en los que se entrenan. Si los datos se basan en prejuicios históricos o sociales, la IA replicará y amplificará este sesgo. En el caso de los sistemas de reclutamiento utilizados para contratar, los datos en los que se entrena la IA pueden ser discriminatorios y discriminar a los solicitantes de empleo que provengan de grupos minoritarios si los datos históricos muestran que las contrataciones previas no han sido diversas. Esto puede hacer que la exclusión social y laboral continúe.
- Desplazamiento laboral: La automatización impulsada por IA podría llevar a pérdidas laborales en industrias de baja y media calificación. Los trabajadores con habilidades de nivel inferior son

especialmente susceptibles al reemplazo por máquinas. Por otro lado, los nuevos trabajos de IA generalmente demandan habilidades de alto nivel y educación técnica especializada que muchos de los trabajadores actuales no poseen, dejando a estas poblaciones aún más atrás.

Por otra parte, debido a estas preocupaciones, los gobiernos e instituciones deben crear regulaciones y políticas públicas en torno al uso de la IA. Algunas acciones clave incluyen: La primera de ellas es la necesidad de desarrollar marcos legales sólidos, de manera clara y exhaustiva que rijan la implementación de tecnologías de IA. Esas regulaciones serían específicas en cuanto a los datos que se recopilan y cómo se usan, así como la transparencia con respecto a los algoritmos. Las leyes deben enfocarse en cómo se despliegan las aplicaciones de IA en industrias como la salud, la educación y el empleo, para que no reproduzcan ni refuercen la inequidad.

La introducción de la IA necesita ir acompañada de iniciativas de educación y capacitación, que permitirán a la fuerza laboral ajustarse a las transiciones del mercado laboral. La educación técnica y la capacitación continua (idealmente financiada parcialmente por impuestos sobre las ganancias de capital) son importantes para que cada trabajador, especialmente aquellos de comunidades vulnerables, tenga acceso para adquirir las habilidades necesarias para tener éxito en un entorno cada vez más automatizado.

El gobierno debe introducir políticas para promover y asegurar que las bondades de la IA se distribuyan equitativamente entre todos los sectores de la sociedad. Estas podrían tomar la forma de incentivos para las empresas que crean tecnologías accesibles o que capacitan a sus empleados para usar herramientas de IA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2012). Además, promover la representación de grupos tradicionalmente marginados en el desarrollo tecnológico ayudará a reducir los sesgos y garantizar que los problemas

abordados con la tecnología inventada capturen un conjunto más amplio de problemas enfrentados.

Esto llama por la necesidad de un mecanismo de monitoreo y evaluación para medir los efectos de la IA en las personas. Eso significa rastrear cómo se utilizan estas tecnologías y el impacto que tienen en la desigualdad. La revisión regular de estas políticas también puede ayudar a identificar cualquier deficiencia y asegurar que se tomen acciones correctivas para facilitar su uso responsable. Si bien, las mejoras también vienen con algunos aspectos éticos y sociales que necesitan abordarse para aprovechar el potencial de catalizar un progreso transformador hacia el desarrollo sostenible y económico. La regulación, capacitación y actitud de inclusión serán elementos determinantes para garantizar que el futuro de la inteligencia artificial sea una sociedad más equitativa.

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una fuerza transformadora en una variedad de sectores, desde la medicina hasta la economía. Su proceso de desarrollo no está exento de debilidades, su aplicación a veces incluso más. La IA ha hecho grandes avances, pero aún no podremos utilizarla en su máximo potencial (Medinaceli y Silva, 2021). Sin datos adecuados, el entrenamiento de modelos de IA no puede llevarse a cabo. A menudo, los datos estarán incompletos o sesgados, incluso no representativos, resultando en resultados erróneos y posiblemente peligrosos. La IA, a pesar de que los algoritmos y modelos están avanzados, aún no emula la profundidad completa de la cognición humana. El variare que esta IA creará es inmune a entender cómo funciona la mente humana.

La mayoría de las aplicaciones de IA están altamente especializadas y no funcionan bien en contextos más amplios. Hay investigaciones en curso para diseñar IA que pueda adaptarse eficientemente a nuevas situaciones. Junto con el uso expandido de la IA, también existen preocupaciones éticas y de privacidad. Sin marcos regulatorios claros para guiar el progreso y la implementación de la IA, podría tener efectos adversos sobre la equidad y las condiciones de los derechos humanos.

Las limitaciones que presentan estas tecnologías y ciencias deben recordarnos que, incluso con las tremendas capacidades que la IA puede brindarnos, debemos abordarla con un ojo crítico desarrollado responsablemente en su asignación sabia y de acuerdo con la ética de nuestros tiempos. Mientras que las tendencias desafiantes se están volviendo prominentes, también siguen nuevas tendencias que pueden alterar el terreno de la IA.

Entender cómo las máquinas toman decisiones ha dado lugar a la IA explicable. Esta tendencia apunta a construir modelos que sean efectivos, transparentes y comprensibles para los usuarios, lo que a su vez puede fomentar la confianza y aceptación en situaciones sensibles como la medicina y la justicia. La forma en que los humanos se comunican con la IA está cambiando. Las interfaces de usuario están volviéndose más naturales, aprovechando el poder de tecnologías como el procesamiento de lenguaje natural o la visión por computadora. Sirve para que más personas, independientemente de su formación técnica, tengan acceso a las capacidades de la IA.

Tan pronto como la ética y la justicia se convierten en un enfoque cada vez más importante, las organizaciones están comenzando a seguir principios de IA responsable. Esto también puede implicar establecer normas que aseguren la equidad, transparencia y respeto por los derechos humanos en el desarrollo y despliegue de tecnologías de IA. El paradigma laboral está siendo transformado por la automatización impulsada por IA. Mientras la sinergia entre humanos y máquinas resulta en sistemas más eficientes y productivos, también provoca reflexiones sobre el futuro del trabajo y qué tipo de habilidades serán demandadas. La IA en sostenibilidad está siendo desplegada como una herramienta para abordar inconvenientes climáticos (UNESCO, 2021).

Desde la optimización de recursos hasta el monitoreo del cambio climático, la IA puede ser una herramienta clave en el desarrollo sostenible, ayudando a abordar la crisis climática. El potencial y los peligros de nuestro futuro artificial. Las limitaciones actuales de la

tecnología, junto con nuevas tendencias, indican que las prioridades presentadas por estas tecnologías necesitarán ser abordados activamente para asegurar la integración positiva y útil de la IA en el desarrollo sostenible y económico del bien común.

La IA se ha establecido como uno de los motores de desarrollo más significativos y barridos, para el crecimiento económico de los estados. Desde la salud hasta la educación y el medio ambiente hasta la igualdad de género, la IA tiene el potencial de tener un gran impacto en la consecución de los ODS. En el ámbito de la salud, las herramientas de IA pueden analizar grandes cantidades de datos para prever brotes de enfermedades, optimizar terapias y personalizar el cuidado de los pacientes. La IA también está revolucionando la educación a través del desarrollo de plataformas de aprendizaje adaptativo que ajustan la instrucción al individuo, permitiendo a los estudiantes interactuar con contenidos y métodos que satisfacen sus preferencias de aprendizaje (Raraz et al., 2023).

En tanto, en el sector medioambiental, ayuda a gestionar y monitorear los recursos naturales, como vigilar el cambio climático. Los modelos predictivos pueden ayudar a los estados a anticipar la ocurrencia de desastres naturales y planificar el uso eficiente de los recursos hídricos, minimizando el impacto ambiental de las actividades económicas. Entonces, la adopción de algoritmos de IA para optimizar el rendimiento agrícola puede llevar a una drástica disminución en el consumo de pesticidas y fertilizantes.

La IA tiene el potencial de revolucionar los procesos industriales al automatizar el trabajo aristotélico, lo que lleva a un aumento de la productividad desde un punto de vista económico. No obstante, esta es una transformación efectiva que requiere un ajuste por parte del mercado laboral y es importante establecer programas educativos o de capacitación adecuados para preparar a la fuerza laboral para los conflictos éticos que trae la tecnología. La falta de implementación efectiva de políticas públicas que regulen su uso puede agravar las

disparidades sociales. El riesgo es que estas tecnologías, junto con los arreglos económicos y políticos existentes, solo favorezcan a ciertas áreas o sectores, ahondando así la brecha entre personas con y sin recursos. Por ende, es esencial que la IA se implemente dentro de un marco regulatorio que asegure su uso ético y equitativo.

Otra dimensión difícil de soslayar está relacionada con la ética. Los datos que se usan para entrenar los algoritmos de IA pueden tener sesgos arraigados que resulten en decisiones discriminatorias perjudiciales que afecten a minorías y grupos vulnerables. La política pública, por otro lado, debería orientar la regulación de la tecnología haciendo los algoritmos transparentes y fomentando la diversidad entre los científicos de datos que desarrollan IA.

Mientras tanto, los estados deben priorizar la adopción de tecnologías de IA con soluciones técnicas adecuadas mientras protegen la privacidad y seguridad para los próximos años. La formación del tejido social que debe soportar el peso de la relación humana con las máquinas será importante en tanto que la IA evolucione; esto debería incluir la participación de todos los actores, desde gobiernos hasta empresas y ciudadanos. Para Martínez et al. (2020), la IA para el Desarrollo Sostenible también requerirá cooperación internacional, permitiendo el intercambio de buenas prácticas y lecciones aprendidas en la implementación de la IA para los ODS. Agrupándose en torno a objetivos específicos, los estados pueden aprovechar al máximo el impacto social de la IA.

Así, en el contexto del desarrollo sostenible, la inteligencia artificial puede ser un catalizador de cambio en varias capas del crecimiento económico. Ahora bien, su despliegue debe manejarse con prudencia para evitar riesgos y aprovechar sus ventajas para todos en la sociedad. La solución es una gobernanza inclusiva, ética y adaptable que fomente una aplicación equitativa y sostenible de una herramienta tan poderosa.

## **1.2 Los ODS y la IA**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son 17 objetivos globales interrelacionados establecidos en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas en la resolución 70/1 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; los objetivos cuentan con metas definidas. Estos objetivos apuntan a enfrentar las necesidades globales más urgentes, tales como la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la degradación ambiental, la paz y la justicia (Naciones Unidas (UN), 2018). Su consecución debe lograrse de manera integral y concertada, con la participación de gobiernos, empresas, sociedad civil y comunidades, para un desarrollo sostenible que no deje a nadie atrás y que esté a favor de las personas y el planeta.

Los ODS se describen como un plan global para erradicar la pobreza en todas sus formas en todas partes. Son los llamados objetivos interdependientes y están destinados a abordar problemas sociales, económicos y ambientales de manera conjunta. Cada objetivo tiene metas que deben alcanzarse para marcar una diferencia real, y estas metas varían desde simples hasta complejas, de locales a globales. Así, el ODS 1 tiene como objetivo erradicar la pobreza extrema y el ODS 13 promueve la acción climática. Los 17 ODS son:

- 1 Fin de la pobreza
- 2 Hambre cero
- 3 Salud y bienestar
- 4 Educación de calidad
- 5 Igualdad de género
- 6 Agua limpia y saneamiento
- 7 Energía asequible y no contaminante
- 8 Trabajo decente y crecimiento económico
- 9 Industria, innovación e infraestructura
- 10 Reducción de las desigualdades
- 11 Ciudades y comunidades sostenibles
- 12 Consumo y producción responsables

- 13 Acción por el clima
- 14 Vida submarina
- 15 Vida de ecosistemas terrestres
- 16 Paz, justicia e instituciones sólidas
- 17 Alianzas para lograr los objetivos

La estructura de los ODS está orientada globalmente, con el objetivo de promover la cooperación internacional y la implementación local, con indicadores de seguimiento que permiten evaluar cómo cada país ha avanzado en la consecución de los objetivos estipulados. Alcanzar estos Objetivos de Desarrollo Sostenible se considera que requiere la contribución de todas las partes interesadas, incluidos los actores privados. Para Naciones Unidas (2018), los ODS han sido reconocidos desde hace tiempo como un marco clave para la política global de hoy. Su adopción por parte de la ONU fue un punto de inflexión en la realización de un enfoque holístico y multisectorial para el desarrollo sostenible. Desde ese momento, los países han adaptado los ODS a sus respectivas dimensiones de esfuerzos de desarrollo nacional y planes de acción para enfrentar sus propios retos específicos.

Los ODS se han convertido en el marco organizador para la acción sobre el desarrollo sostenible y han impulsado conversaciones en varios puntos del sistema internacional, incluidas instituciones a nivel regional y de país, hacia el apoyo de la colaboración entre países en tránsito hacia la digitalización. He aquí el cambio climático, la migración forzada y la crisis de biodiversidad: los problemas globales vienen con respuestas globales.

Además, los ODS son herramientas importantes para que los gobiernos movilicen recursos, creen un nuevo marco de financiación y asocien el sector público y privado. Estos objetivos inculcan transparencia y responsabilidad en las naciones, ya que cada país debe informar sobre su progreso a través de revisiones periódicas que les permiten rendir cuentas ante sus ciudadanos y la comunidad global. La construcción de los ODS es un cambio paradigmático para abordar los

problemas actuales en la unificación de procesos con la IA. En un mundo cada vez más interconectado con dilemas complejos, su compromiso con la inclusión, la sostenibilidad y la cooperación internacional es más importante que nunca.

La IA está hoy en una fase evolutiva de súper crecimiento. El aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural (PNL), la robótica, etc., son solo algunas de las muchas técnicas y métodos que están transformando sectores enteros. Así que para 2030, el potencial económico de la IA podría alcanzar entre 13 y 16 billones de dólares, según un informe de McKinsey, lo que significa que gobiernos y empresas desean tener una parte de este pastel. A modo de tendencias emergentes, podemos citar:

- IA explicativa: Se está poniendo un mayor énfasis en la transparencia y la ética de la IA, especialmente en decisiones críticas, como las que afectan la vida de las personas. Entender cómo los sistemas de IA toman decisiones se vuelve esencial.

- IA colaborativa: La cooperación entre humanos y máquinas está en aumento, diseñando sistemas que complementan las capacidades humanas, mejorando la eficiencia y la productividad en diversas áreas.

- Descentralización de la IA: La tecnología está avanzando hacia modelos descentralizados donde los usuarios pueden tener más control sobre sus datos y cómo se utilizan.

La evolución y las aplicaciones de la Inteligencia Artificial continúan expandiéndose, brindando oportunidades sin precedentes para abordar problemas complejos, incluido el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por otra parte, también es crucial abordar los dilemas éticos y sociales asociados para asegurarse de que el futuro de la IA beneficie a toda la humanidad.

### **1.2.1 Confluencia entre Inteligencia Artificial y ODS**

La sinergia entre la inteligencia artificial (IA) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es un campo emergente que ofrece tanto

oportunidades como debilidades. La IA tiene el potencial de transformar diversas áreas clave del desarrollo sostenible, pero también plantea cuestiones éticas y riesgos que deben ser cuidadosamente gestionados para maximizar su impacto positivo (Naciones Unidas (UN), 2018). Entre los aspectos más prometedores de la IA es su capacidad para contribuir al avance de los ODS. A través del análisis de datos y la automatización de procesos, la IA puede proporcionar soluciones innovadoras a problemas complejos:

- Salud y bienestar: La IA puede revolucionar la atención sanitaria mediante diagnósticos más precisos y tratamientos personalizados. Algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes volúmenes de datos médicos para detectar enfermedades en etapas tempranas, mejorar la eficacia de los tratamientos y personalizar las intervenciones.
- Educación de calidad: Las plataformas de aprendizaje basadas en IA pueden personalizar la educación para estudiantes de diferentes habilidades y contextos. Los sistemas de tutoría inteligente pueden adaptarse a las necesidades individuales, ofreciendo recursos y estrategias que maximizan el aprendizaje. Además, la IA puede facilitar el acceso a la educación en regiones remotas, a través de aplicaciones que enseñan idiomas o habilidades técnicas.
- Sostenibilidad y cambio climático: La IA puede ser instrumental en la gestión de recursos naturales y la elaboración de políticas sostenibles. Mediante el análisis predictivo, se puede optimizar el uso de agua en la agricultura, disminuir el desperdicio de alimentos y gestionar la energía de manera más eficiente. Asimismo, la IA puede ayudar a modelar el impacto del cambio climático y proponer soluciones adaptativas a las barreras ambientales.

La implementación de la IA en el contexto de los ODS no está exenta de aspectos éticos y riesgos. Algunos de los principales problemas incluyen:

- Desigualdad en el acceso a la tecnología: A menudo, las mejoras de la IA se concentran en los países y comunidades que ya poseen infraestructura tecnológica avanzada. Esto puede profundizar las disparidades existentes y crear nuevas formas de inequidad. Es fundamental establecer políticas que fomenten un acceso equitativo a la tecnología para asegurar que todas las comunidades, especialmente las más vulnerables, puedan beneficiarse de los avances en IA.
- Privacidad y seguridad de los datos: La IA depende de grandes cantidades de datos para funcionar eficazmente. Esto plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información personal. Se deben establecer regulaciones claras para proteger los datos y garantizar que su uso sea ético y transparente, evitando el abuso y la explotación de la información sensible.
- Bias y discriminación: Los algoritmos de IA a menudo se entrenan con datos históricos que pueden contener prejuicios inherentes. Esto puede llevar a decisiones automatizadas que perpetúen la discriminación y coarten la equidad social. Es crucial desarrollar mecanismos de auditoría y revisión para asegurar que las herramientas de IA no repliquen o exacerben desigualdades existentes.

La confluencia entre la inteligencia artificial y los ODS presenta una vía prometedora hacia el desarrollo sostenible, pero es imprescindible abordar los aspectos éticos y riesgos asociados. Solo de esta manera se podrá asegurar que la IA contribuya de manera efectiva y equitativa a un futuro sostenible para todos (Martinez et al., 2020). La IA también tiene el potencial de transformar la educación, contribuyendo al ODS 4, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Algunas de las aplicaciones más destacadas incluyen:

- Aprendizaje personalizado: Plataformas educativas basadas en IA pueden adaptar el contenido y el método de enseñanza al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante. Esto permite una

educación más efectiva y es especialmente beneficioso para aquellos con necesidades educativas especiales.

- Acceso a educación: La IA está facilitando la creación de plataformas de aprendizaje a distancia que son accesibles en diversas regiones, lo que puede reducir la brecha educativa. Esto es crucial en contextos donde la infraestructura educativa es deficiente.
- Análisis de datos educativos: Herramientas de IA pueden analizar datos de rendimiento académico para identificar patrones y áreas que requieren atención. Esto permite a educadores y administradores tomar decisiones informadas que beneficien a todos los estudiantes.

Estos casos de estudio demuestran que la inteligencia artificial es una herramienta innovadora y aliado estratégico en la consecución de los ODS, abordando retos críticos en salud, sostenibilidad y educación. La clave está en implementar estas tecnologías de manera ética y accesible, para garantizar que sus bondades se distribuyan equitativamente en toda la sociedad. El progreso hacia la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) está acompañado por la creciente presencia de la inteligencia artificial (IA) en diversas áreas. Hasta cierto punto, existen barreras y limitaciones que obstaculizan el pleno aprovechamiento del potencial de la IA para alcanzar estos objetivos.

### **1.2.2 Acceso desigual a tecnologías avanzadas**

En muchas regiones del mundo, especialmente en países en desarrollo, el acceso a tecnologías digitales y de inteligencia artificial es limitado. Las grandes ciudades suelen beneficiarse de un desarrollo tecnológico más robusto, mientras que áreas rurales y comunidades marginadas quedan rezagadas. Esto perpetúa la pobreza, y también amplifica las disparidades en educación, salud y empleo.

Las inversiones necesarias para implementar soluciones basadas en IA a menudo están fuera del alcance de pequeñas y medianas empresas (PYMES) y organizaciones no gubernamentales (ONG) en países en

desarrollo. Esta situación limita su capacidad para participar en iniciativas que podrían impulsar el progreso hacia los ODS. Sin un acceso adecuado a la tecnología, muchas comunidades se ven excluidas de las oportunidades que la IA puede ofrecer, lo que genera un ciclo de exclusión.

La falta de formación adecuada en competencias digitales y en el uso de tecnologías inteligentes también contribuye al acceso desigual. Muchos sistemas educativos no están alineados con las demandas del mercado, lo que resulta en una fuerza laboral poco preparada para adoptar e implementar soluciones de IA. La educación es, por tanto, un factor crucial para democratizar el acceso a la IA y, en consecuencia, para avanzar en los ODS.

La rápida evolución de la inteligencia artificial ha superado la capacidad de las regulaciones actuales para adaptarse. Normas jurídicas que regulen su uso y desarrollo son necesarias para garantizar que la IA se implemente de manera ética y transparente. Sin un marco normativo sólido, las innovaciones pueden dar lugar a abusos, como la discriminación algorítmica, que pone en riesgo los derechos humanos y la dignidad de las personas (Martinez et al., 2020). La dimensión global de los dilemas que enfrentan los ODS requiere de un esfuerzo coordinado entre países. Pero, las diferencias en la regulación de la IA a nivel internacional pueden complicar la cooperación. Los estándares de protección de datos y privacidad pueden variar considerablemente, dificultando la implementación de proyectos conjuntos en diferentes regiones.

Existe una creciente preocupación sobre los riesgos éticos asociados con la IA, tales como la automatización de empleos, la vigilancia masiva y la manipulación de información. La falta de políticas responsables que aborden estas preocupaciones puede generar desconfianza en la tecnología y socavar su aceptación social. Para que la IA contribuya al logro de los ODS, es crucial un enfoque centrado en los derechos humanos y la inclusión.

Los retos de garantizar el acceso (a nuevas tecnologías avanzadas) y la falta de regulaciones y políticas adecuadas son barreras importantes para lograr los potenciales de la IA en el contexto de los ODS. Abordarlas es vital para asegurar que el progreso hacia un futuro sostenible sea equitativo y accesible para todos. La IA ha inaugurado una nueva era de resolución de problemas globales, entre los cuales destacan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La sostenibilidad tendrá que ser inclusiva y justa, por lo que es esencial pensar sobre el futuro en este sentido, utilizando los nuevos elementos de la tecnología de la información, en particular la inteligencia artificial.

La inclusión es uno de los principios en el núcleo de los ODS. Ahora, en la era de la IA, necesitamos poder proporcionar sus ventajas a todos los segmentos de la población. Pero, la brecha digital es un obstáculo importante en este camino. Además, las comunidades desfavorecidas no tienen acceso a tecnologías avanzadas ni siquiera a la formación necesaria para utilizar estas plataformas de manera efectiva. Para abordar esta disparidad, es esencial promover políticas que garanticen el acceso universal a la tecnología (Montes et al., 2021). Las iniciativas pueden incluir:

- *Educación digital:* Implementación de programas educativos que enseñen habilidades digitales desde temprana edad, especialmente en áreas donde la tecnología aún no es accesible.
- *Inversiones en infraestructura:* Mejorar la conectividad y el acceso a internet en regiones rurales y empobrecidas para que todos tengan la oportunidad de participar en la economía digital.
- *Sensibilización:* Campañas que informen a las comunidades sobre la importancia de la IA y cómo pueden utilizarla para mejorar su calidad de vida.

Además, es crucial fomentar la diversidad en los equipos que desarrollan soluciones de IA. Cuando se incorporan diversas perspectivas y experiencias, se generan productos y servicios que consideran las necesidades de todos los sectores de la sociedad. Por ende, la tecnología

será más inclusiva y potenciará la innovación, creando soluciones más efectivas para problemas complejos. Para utilizar la IA de manera efectiva en el marco de los ODS, se requieren nuevas estrategias y visiones que integren tecnología y sostenibilidad.

Fomentar la cooperación entre gobiernos, sector privado, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil. Al unir fuerzas, se pueden desarrollar soluciones más integrales que aborden problemas complejos de manera más eficaz. Implementar sistemas de IA que optimicen el uso de los recursos naturales y reduzcan el desperdicio. Establecer marcos normativos que guíen la investigación y desarrollo de tecnologías de IA alineadas con los ODS. Esto incluye regulaciones que garanticen la privacidad, seguridad y ética en el uso de datos, así como incentivos para empresas que desarrollen soluciones sostenibles, por ende, las universidades y los centros de investigación deben jugar un papel clave en esta labor.

La clave estará en adoptar un enfoque proactivo, inclusivo y colaborativo que garantice que el progreso tecnológico sea al mismo tiempo ético y provechoso para todos. Así, podremos construir un futuro donde los ODS coadyuven a crear un mundo más justo y sostenible gracias a la inteligencia artificial. La sinergia entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la inteligencia artificial (IA) ha sido objeto de análisis creciente en los últimos años, especialmente considerando el potencial transformador que la tecnología ofrece.

Los estudios realizados hasta la fecha revelan que la inteligencia artificial puede ser un catalizador poderoso para la consecución de los ODS. La IA tiene el potencial de optimizar el uso de recursos naturales al predecir patrones de consumo y hacer sugerencias para una gestión más sostenible. Esto es crucial para los ODS relacionados con el consumo responsable y la producción sostenible (Monasterio, 2021). Los algoritmos de IA han demostrado ser altamente eficientes en el análisis de grandes volúmenes de datos, lo que facilita la detección temprana de enfermedades y mejora la atención sanitaria. Esto es especialmente

pertinente para el ODS 3, que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos.

Con tecnologías adaptativas, la IA puede personalizar experiencias de aprendizaje y aumentar el acceso a recursos educativos. Esto se alinea con el ODS 4, que promueve una educación inclusiva y equitativa. Las brechas en el acceso a la tecnología, los sesgos algorítmicos y la preocupación por la privacidad son retos importantes que deben ser abordados para evitar que la IA perpetúe desigualdades existentes.

## **Capítulo II**

### **Enfoque de la inteligencia artificial centrado el ser humano y el enfoque ético de los gobiernos electrónicos**

La inteligencia artificial (IA) ha dejado de ser una herramienta futurista para convertirse en una parte integral de nuestras vidas cotidianas. Por ende, la tecnología avanza a un ritmo acelerado, la IA presenta oportunidades y debilidades que afectan la manera en que interactuamos con el mundo. A pesar de ello, no todas las aplicaciones de la IA se desarrollan de igual manera; es aquí donde surge la relevancia de un enfoque centrado en el ser humano. Este enfoque busca priorizar el bienestar de las personas y considerar sus necesidades y valores en el diseño y la implementación de sistemas de IA.

Analizar la influencia de la inteligencia artificial en la sociedad implica comprender que estas herramientas tecnológicas son, en última instancia, desarrolladas y utilizadas por seres humanos. En este contexto, la perspectiva centrada en el ser humano promueve un desarrollo ético y responsable, garantizando que la IA sirva para empoderar a las personas y no para deshumanizarlas.

La historia de la IA está marcada por avances significativos desde sus inicios. Aunque los primeros experimentos se remontan a la mitad del siglo XX, la revolución digital de las últimas dos décadas ha impulsado su desarrollo exponencial. Hoy en día, encontramos aplicaciones de IA en diversas áreas, incluyendo finanzas, salud, educación y entretenimiento (Porcelli, 2020). En cambio, este crecimiento también ha traído consigo un conjunto de problemas que deben ser discutidos, como sesgos algorítmicos, invasión de la privacidad y el riesgo de reemplazo laboral.

Un aspecto clave de este enfoque es la ética. Al crear sistemas de IA, debemos considerar cómo las decisiones automatizadas pueden afectar a las personas. Los principios de equidad, transparencia y rendición de cuentas deben guiar el desarrollo de la IA, asegurando que se minimicen los riesgos y se maximicen los beneficios para la sociedad. Esto incluye el desarrollo de algoritmos que sean inclusivos y que tomen en consideración la diversidad de experiencias y contextos.

Además, el enfoque centrado en el ser humano no se limita a la creación de tecnología, implica la educación de los usuarios sobre su interacción con la IA. Esto es crucial en un momento en que la población en general debe ser capaz de entender y cuestionar los sistemas que utilizan. La alfabetización digital se convierte así en una competencia esencial, proporcionando a las personas las herramientas necesarias para participar activamente en un mundo donde la IA desempeña un papel cada vez más determinante.

Las aplicaciones prácticas de la IA y su impacto en distintos sectores, da evidencia de un enfoque centrado en el ser humano puede fomentar un desarrollo que se alinee más estrechamente con los intereses y necesidades de la sociedad. Desde la medicina personalizada hasta la educación adaptativa y el futuro del trabajo, todas estas áreas se beneficiarán de un diseño que priorice la experiencia del usuario y tenga en cuenta las implicaciones éticas de las tecnologías emergentes.

Por lo tanto, la inteligencia artificial centrada en el ser humano es una necesidad fundamental en la transformación digital de nuestro tiempo. En el capítulo 3 y 4, profundizaremos en los principios, aplicaciones de este enfoque, con la esperanza de contribuir a un diálogo más amplio sobre cómo podemos moldear un futuro donde la tecnología y la humanidad coexistan de manera armoniosa.

## **2.1 El concepto de inteligencia artificial centrada en el ser humano**

La inteligencia artificial (IA) centrada en el ser humano es un enfoque que prioriza las necesidades, valores y bienestar de las personas en el desarrollo y aplicación de tecnologías de IA. Este concepto surge como respuesta a las preocupaciones y desafíos éticos que plantea la implementación cada vez más extendida de sistemas de inteligencia artificial en diversas áreas de la vida cotidiana. Se fundamenta en la idea de que la tecnología debe servir a la humanidad, en lugar de reemplazar o deshumanizar las interacciones y decisiones humanas (Cornejo, 2023).

La inteligencia artificial centrada en el ser humano se define como el diseño, desarrollo y uso de soluciones tecnológicas que respetan y promueven la dignidad, autonomía y derechos de las personas. Este enfoque implica el reconocimiento de valores humanos en todas las etapas del ciclo de vida de la IA. Entre sus principios fundamentales se encuentran:

- **Transparencia:** Los sistemas de IA deben ser comprensibles, lo que significa que los usuarios deben entender cómo funcionan y cómo toman decisiones. Esto es vital para generar confianza en la tecnología.
- **Inclusividad:** Desarrollar tecnologías que sean accesibles para todos, independientemente de sus capacidades, antecedentes o contextos culturales. Esto contribuye a reducir la brecha digital y asegurar que todos se beneficien de los avances tecnológicos.
- **Responsabilidad:** Los creadores y operadores de sistemas de IA deben hacerse responsables de sus acciones y decisiones. Esto implica establecer mecanismos claros para rendir cuentas en caso de errores o daños causados por la IA.
- **Colaboración:** Fomentar el trabajo conjunto entre humanos y máquinas, en lugar de ver a la IA como un sustituto. Esto mejora la eficacia de los procesos y permite que los humanos sigan teniendo la última palabra en decisiones críticas.

El desarrollo de la inteligencia artificial plantea importantes dilemas éticos que deben abordarse para garantizar que se utilice de manera beneficiosa. La ética en la IA centrada en el ser humano requiere un marco que guíe las decisiones y acciones de los desarrolladores, gobiernos y empresas. Algunas de las consideraciones éticas más relevantes incluyen:

- Privacidad: La IA a menudo opera con grandes volúmenes de datos personales, lo que plantea preocupaciones sobre la privacidad individual. Es vital que se implementen políticas de protección de datos robustas que garanticen que la información de las personas se maneje de manera responsable y con el consentimiento apropiado.
- Sesgos algorítmicos: Los algoritmos pueden incorporar sesgos presentes en los datos con los cuales fueron entrenados, lo que puede dar lugar a resultados discriminatorios. Se debe trabajar activamente para reconocer y mitigar estos sesgos, asegurando que los sistemas de IA promuevan la equidad y no perpetúen injusticias.
- Deshumanización de decisiones: Al delegar decisiones importantes a sistemas de IA, existe el riesgo de deshumanizar procesos que deberían ser intrínsecamente humanos, como la atención sanitaria o el sistema de justicia. Es esencial establecer límites claros sobre las capacidades de decisión de la IA y mantener siempre un mecanismo humano de supervisión.
- Impacto social: La IA puede tener efectos profundos en la sociedad, generando cambios en la economía, el empleo y las relaciones interpersonales. Es fundamental discutir y evaluar estos impactos, involucrando a diversas partes interesadas en las conversaciones sobre el futuro de la tecnología y su papel en nuestras vidas.

El enfoque en la inteligencia artificial centrada en el ser humano es esencial para garantizar que su desarrollo y utilización beneficien a la sociedad en su conjunto, promoviendo un futuro en el que tecnología y

humanidad coexistan de manera armoniosa. La inteligencia artificial (IA) centrada en el ser humano está transformando diversas áreas de nuestra vida cotidiana. Desde la atención médica hasta el ámbito educativo y el entorno laboral, las aplicaciones de esta tecnología están diseñadas para mejorar la calidad de vida y aumentar la eficiencia, todo mientras se preserva la dignidad y los derechos de las personas (Lanzagorta et al., 2024).

### **2.1.1 Inteligencia artificial en Educación**

La educación también se beneficia enormemente de las aplicaciones de IA. Plataformas de aprendizaje adaptativo están revolucionando la forma en que se imparte el conocimiento. A través del análisis de datos sobre el rendimiento y las preferencias de los estudiantes, se pueden ofrecer experiencias de aprendizaje más personalizadas.

- Tutorización personalizada: Sistemas de IA pueden identificar áreas de dificultad y proporcionar recursos específicos para ayudar a los estudiantes a mejorar en esas áreas, adaptando el contenido a su ritmo y estilo de aprendizaje.
- Evaluaciones automáticas: La IA puede facilitar la corrección y evaluación de trabajos, ahorrando tiempo a los profesores y proporcionándoles informes sobre el progreso de sus alumnos de manera más rápida y precisa.
- Acceso equitativo: Plataformas de IA pueden ayudar a superar barreras geográficas y socioeconómicas, proporcionando educación de calidad a estudiantes en regiones remotas o desatendidas, asegurando que todos tengan oportunidades de aprendizaje.

El uso de la IA en educación debe enfocarse en complementar, y no reemplazar, la interacción humana, fundamental para el desarrollo emocional y social de los estudiantes. La automatización impulsada por la inteligencia artificial está cambiando radicalmente el panorama laboral. Las empresas están implementando IA para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones, lo que puede resultar en una mayor

productividad. La implementación de la inteligencia artificial centrada en el ser humano acarrea varios variantes y problemas potenciales que deben ser abordados para garantizar que esta tecnología tenga un impacto positivo en la sociedad. Entre los paradigmas más relevantes se encuentran la privacidad y la seguridad, así como las desigualdades y la accesibilidad.

La privacidad de los datos personales es uno de los principales problemas que enfrenta la inteligencia artificial en la actualidad. En tanto, las herramientas de inteligencia artificial se integran cada vez más en nuestras vidas, su capacidad para recopilar y analizar grandes volúmenes de datos personales plantea interrogantes sobre la protección de la información sensible.

La capacidad de la IA para aprender de los comportamientos y preferencias individuales permitirá la creación de experiencias altamente personalizadas. Desde la educación adaptativa hasta la atención médica individualizada, se espera que las tecnologías de IA se integren de manera más profunda en la vida de las personas, optimizando los servicios para satisfacer sus necesidades específicas (Torres et al., 2024)

La evolución de las interfaces de usuario está permitiendo interacciones más naturales y humanas con los sistemas de IA. Tecnologías como el procesamiento del lenguaje natural (PLN) y el reconocimiento de emociones facilitarán conversaciones más fluidas y comprensibles. Esto fomentará una mayor aceptación y comprensión de la IA por parte de los usuarios, además de facilitar su integración en entornos cotidianos.

### **2.1.2 Ética y gobernanza**

Tan pronto como la IA se convierte en una parte integral de la sociedad, la discusión sobre la ética y la gobernanza de la tecnología cobrará mayor relevancia. Las organizaciones y gobiernos están empezando a reconocer la importancia de desarrollar marcos legales y éticos que protejan los derechos de las personas. Se anticipa que habrá

un enfoque más riguroso en la transparencia del manejo de datos y la responsabilidad de las empresas que desarrollan y utilizan IA. En lugar de ver la IA como una amenaza que reemplazará a los trabajadores humanos, se espera que se desarrolle una colaboración más efectiva entre humanos y máquinas. La IA podrá complementar las habilidades humanas, permitiendo una mayor productividad y creatividad. Esta sinergia podría llevar a nuevas formas de trabajo y a la creación de roles laborales que actualmente no existen.

Sectores como la salud, la educación y el transporte experimentarán una transformación significativa. En la salud, la IA podría facilitar diagnósticos más rápidos y precisos, permitiendo tratamientos más efectivos. En la educación, el aprendizaje personalizado podría volverse la norma, adaptando los contenidos a las habilidades y ritmos de cada estudiante.

La brecha digital podría ampliarse si ciertas poblaciones no tienen acceso a la tecnología necesaria para beneficiarse de la IA. Esto podría intensificar las desigualdades existentes en la educación y el empleo. Por lo tanto, es esencial que las iniciativas de IA-CH se enfoquen en la inclusión y en garantizar que todos tienen acceso a los beneficios que la inteligencia artificial puede ofrecer.

A largo plazo, se espera que el desarrollo de la IA se centre aún más en el bienestar humano. La IA podría desempeñar un papel en la detección temprana de problemas de salud mental, ofreciendo apoyo y recursos adecuados. El futuro de la inteligencia artificial centrada en el ser humano es prometedor y lleno de posibilidades. Con un enfoque ético y responsable, es posible construir un ecosistema donde la IA además de ser una herramienta de productividad, es aliado que impulsa el desarrollo humano y el bienestar social (Patel, 2024).

La inteligencia artificial (IA) ha transformado drásticamente el panorama tecnológico y social en las últimas décadas. En cierto modo, este cambio no está exento de retos y responsabilidades. Abordar el

enfoque en la inteligencia artificial centrada en el ser humano es fundamental para garantizar que esta tecnología promueva el desarrollo sostenible y ético que respete la dignidad y los derechos humanos.

Esto implica escuchar y entender la voz de las comunidades, garantizando que sus necesidades y preocupaciones se integren en los procesos de diseño y ejecución. Las tecnologías de IA deben ser adaptadas y personalizadas para servir al ser humano en su diversidad; es decir, deben ser inclusivas y estar accesibles para todos, independientemente de su contexto socioeconómico, cultural o geográfico.

Es crucial señalar que una IA centrada en el ser humano se enfrenta a cuestiones éticas que deben ser prioritarias. Esto implica reconocer los riesgos asociados con el sesgo algorítmico, la falta de transparencia en los procesos de decisión automatizados y las posibles amenazas a la privacidad de los datos (Patel, 2024). Las empresas y organizaciones que desarrollan tecnologías basadas en IA deben adoptar prácticas responsables que incluyan auditorías éticas, rendición de cuentas y procesos de revisión continua. En este sentido, la creación de marcos regulatorios claros y efectivos es esencial para guiar el desarrollo de estas tecnologías.

La implementación de la IA centrada en el ser humano tiene el potencial de impactar positivamente en diversas áreas, como la salud, la educación y el empleo. En el ámbito de la salud, la IA puede ayudar a mejorar los diagnósticos y tratamientos, pero solamente si se asegura que todos los pacientes tengan acceso equitativo a estas herramientas. En la educación, la IA puede personalizar la experiencia de aprendizaje, brindando apoyo adicional a los estudiantes que lo necesiten.

Sin embargo, también es crítico estar atentos a cómo estas implementaciones pueden afectar la estructura del trabajo. Si bien la automatización puede mejorar la productividad, también puede amenazar empleos y provocar desigualdades. Desde la lucha contra la

desigualdad en el acceso a la tecnología hasta la necesidad de garantizar la privacidad de los datos individuales. Los esfuerzos deben ser sistemáticos, colaborativos e inclusivos, prolongando los beneficios de la IA a la mayor parte posible de la sociedad.

Por ende, esencial promover un entorno donde la IA evolucione no solo como una herramienta de avance tecnológico, sino como un medio para potenciar el bienestar humano. La educación, el diálogo y la colaboración multisectorial serán fundamentales para diseñar un futuro en el que la IA contribuya verdaderamente al desarrollo humano y la justicia social.

Como sociedad, tenemos la responsabilidad de guiar el desarrollo de la inteligencia artificial hacia un camino que priorice el ser humano. Fomentar un enfoque centrado en el ser humano permitirá aprovechar el potencial transformador de la IA, sentará las bases para un futuro más justo y equitativo; donde la tecnología y la humanidad coexistan en armonía. Con el compromiso adecuado, es posible construir un mundo donde la inteligencia artificial se alinee con nuestros valores y aspiraciones más fundamentales.

## **2.2 Inteligencia artificial aplicada en gobierno electrónico**

La necesidad de un enfoque ético en el desarrollo y utilización de tecnologías de inteligencia artificial en el ámbito gubernamental, implica asegurar la imparcialidad en los algoritmos utilizados, para garantizar que las decisiones automatizadas no perpetúen discriminaciones o desigualdades preexistentes. La formación y sensibilización de los funcionarios públicos sobre estos temas es esencial para minimizar los riesgos asociados con la implementación de la IA (Saavedra et al., 2023).

El gobierno electrónico, o e-gobierno, se refiere al uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la gestión y los servicios públicos, facilitando la interacción entre los ciudadanos y las administraciones. Este enfoque busca hacer más accesibles, eficientes y transparentes los procesos gubernamentales,

aprovechando Internet y otras plataformas digitales. La definición de gobierno electrónico no es estática, ya que se adapta a las necesidades cambiantes de la sociedad. En cierto modo, se puede entender generalmente como:

- **Interacción digital:** La conectividad a través de plataformas en línea, que permite a los ciudadanos acceder a información y servicios públicos sin necesidad de desplazarse físicamente a oficinas gubernamentales.
- **Participación ciudadana:** Fomentar la participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones, facilitando la comunicación y el feedback a través de encuestas en línea, foros y plataformas de votación.
- **Transparencia y rendición de cuentas:** La publicación de datos y la apertura de procesos administrativos contribuyen a una mayor confianza en las instituciones, ya que los ciudadanos pueden seguir cómo se utilizan los recursos públicos.
- **Mejora de la eficiencia administrativa:** Al digitalizar procesos burocráticos, se reduce la cantidad de papel, se minimizan errores y se optimizan los tiempos de respuesta.

El alcance del gobierno electrónico abarca diversas áreas, incluyendo la administración pública, la gestión de servicios sociales, la educación, la salud y la justicia, facilitando un modelo en el que los servicios se ofrezcan de manera integral y centrada en el ciudadano. Además, se extiende a la implementación de políticas que fomentan la innovación y el uso de tecnología en la gestión pública. La evolución del gobierno electrónico se puede observar en varias fases significativas:

- **Primera generación (1990-2000):** Durante esta etapa, la mayoría de los esfuerzos se centraron en la creación de sitios web gubernamentales que proporcionaban información básica. Era un periodo de exploración en el que las instituciones comenzaban a reconocer la importancia de estar presentes en el ámbito digital.

- **Segunda generación (2001-2010):** En esta fase, se inicia la interacción bidireccional con los ciudadanos. Se desarrollaron portales donde los usuarios podían realizar trámites en línea, como la obtención de licencias, el pago de impuestos y la consulta de documentos. El uso de redes sociales también comenzó a ser parte del diálogo entre la administración pública y los ciudadanos.
- **Tercera generación (2011-presente):** En la actualidad, el gobierno electrónico ha avanzado hacia un modelo más integrado y participativo. La implementación de herramientas como aplicaciones móviles, plataformas de datos abiertos y el uso de la inteligencia artificial para la toma de decisiones son patrones de cómo la tecnología sigue transformando la interacción entre gobierno y ciudadanos.

El concepto de gobierno electrónico ha evolucionado desde simples páginas web informativas hasta complejas plataformas interactivas que buscan transformar la manera en que los ciudadanos se relacionan con sus gobiernos, siempre en búsqueda de un mejor servicio y una mayor calidad de vida.

### **2.2.1 Integración de Inteligencia Artificial en Gobierno Electrónico**

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito del gobierno electrónico representa una revolución en la forma en que las administraciones públicas interactúan con los ciudadanos, gestionan los servicios y optimizan sus recursos. Tal y como las tecnologías avanzan, cada vez es más evidente el impacto positivo que la IA puede tener en la eficiencia de los procesos gubernamentales (Sánchez, 2022). Los beneficios de incorporar IA en el gobierno electrónico son numerosos y diversos:

- **Mejora en la eficiencia operativa:** La IA puede automatizar tareas rutinarias y administrativas, tales como la gestión de expedientes y la atención al cliente, permitiendo que los empleados se concentren en actividades más estratégicas y de mayor valor añadido.

- **Análisis de datos avanzados:** La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de información permite a los gobiernos analizar patrones de comportamiento de los ciudadanos y optimizar la toma de decisiones basadas en datos concretos.
- **Personalización de servicios:** Los sistemas de IA pueden ofrecer servicios personalizados a los ciudadanos, anticipándose a sus necesidades y mejorando su experiencia con el gobierno, a través de interfaces que responden a las consultas y necesidades individuales.
- **Predicción y prevención:** La IA ayuda a reaccionar ante problemas y puede predecir posibles crisis o conflictos a partir del análisis de datos históricos, apoyando a los gobiernos a tomar medidas preventivas.
- **Aceptación pública y confianza:** La percepción de los ciudadanos hacia la IA y su capacidad para tomar decisiones justas y transparentes es crucial. La falta de confianza en estas tecnologías puede llevar a una resistencia en la adopción de servicios electrónicos basados en IA.
- **Proteger la privacidad y la seguridad de los datos:** El uso de IA implica el manejo de grandes volúmenes de datos personales. Es fundamental garantizar la protección de la privacidad de los ciudadanos y asegurar que la información no sea vulnerable a ataques cibernéticos.
- **Desigualdad en el acceso a la tecnología:** No todas las poblaciones tienen igual acceso a tecnologías avanzadas. Esto puede ocasionar una brecha digital, donde solo aquellos con mejores recursos puedan beneficiarse de los avances en IA, dejando a otros en desventaja.
- **Marco regulatorio y ético:** La creación de un marco normativo para guiar el uso de IA en el sector gubernamental es un panorama complejo. Es necesario establecer reglas claras que definan cómo

se deben utilizar los datos y cómo se asegura la transparencia en los algoritmos utilizados.

La implementación de la inteligencia artificial en el gobierno electrónico promete un futuro más eficiente y centrado en el ciudadano, pero su implementación debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada para superar los retos éticos, técnicos y sociales que conlleva. La clave del éxito radicarán en encontrar un equilibrio entre innovación y responsabilidad, garantizando que los beneficios de la IA se traduzcan en un mejor servicio al ciudadano sin comprometer sus derechos y libertades.

Las tecnologías de IA, especialmente aquellas que utilizan el procesamiento de grandes volúmenes de datos, pueden llevar a la recolección y análisis de información personal sin el consentimiento adecuado. Esto podría resultar en la creación de perfiles demasiado detallados de los individuos, lo que plantea preocupaciones sobre la vigilancia y el control por parte del estado (Breceda, 2024). Además, la falta de transparencia en los algoritmos puede dar lugar a sesgos y discriminación. Si los datos utilizados para entrenar estos sistemas contienen prejuicios históricos, las decisiones automatizadas pueden perpetuar y incluso exacerbar estas injusticias. Un sistema de IA que evalúa solicitudes de subsidio social podría discriminar a ciertos grupos si los datos reflejan tendencias de exclusión.

Los errores en los sistemas de IA también representan un riesgo real. Un fallo en la toma de decisiones podría conducir a la denegación de servicios esenciales o, en el peor de los casos, a la creación de políticas públicas ineficaces o dañinas. Por ello, es fundamental contar con mecanismos de supervisión y auditoría que aseguren la correcta operación de estas tecnologías y que se mantenga la responsabilidad en la toma de decisiones.

### **2.2.2 Normativas y Políticas**

Para mitigar estos riesgos, es esencial establecer normativas y políticas que regulen el uso de la inteligencia artificial en el contexto del gobierno electrónico. Existen diversas iniciativas a nivel internacional y local que buscan desarrollar marcos legales que protejan la privacidad de los ciudadanos. Algunas de las consideraciones clave que deben incluirse en estas normativas son:

- **Consentimiento informado:** Las políticas deben garantizar que los ciudadanos otorguen su consentimiento de manera explícita e informada antes de que se recojan y utilicen sus datos.
- **Transparencia:** Los gobiernos deben ser claros acerca de cómo se utilizan los datos y qué algoritmos están siendo implementados en los sistemas de IA. Esto incluye el derecho de los ciudadanos a entender cómo se toman las decisiones que afectan sus vidas.
- **Responsabilidad y rectificación:** Deben existir mecanismos claros que permitan a los ciudadanos cuestionar y rectificar decisiones tomadas a través de sistemas de IA. Además, se deben establecer responsabilidades claras para las entidades que implementan estas tecnologías.
- **Protección de datos:** Se deben adoptar medidas para garantizar que los datos personales se manejen de acuerdo con las mejores prácticas de seguridad y se minimicen los riesgos de filtraciones o abusos.

Aunque la inteligencia artificial tiene el potencial de mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios públicos, es crucial abordar las consideraciones éticas y de privacidad desde el diseño de las políticas de gobierno electrónico. Solo a través de un enfoque responsable y una regulación adecuada se podrá aprovechar al máximo estas innovaciones, al tiempo que se protege la dignidad y la privacidad de los ciudadanos (Sánchez, 2022).

Las tendencias emergentes enfatizan en un panorama innovador para mejorar la eficiencia gubernamental, a su vez, plantean cuestiones

críticas que deben ser abordadas para garantizar que el uso de la tecnología beneficie a todos los ciudadanos de manera equitativa y justa. La colaboración intersectorial será clave para abordar estos retos y avanzar hacia un futuro donde la IA y el gobierno electrónico se integren de forma efectiva y ética.

Mirando hacia el futuro, la IA en el gobierno electrónico tiene el potencial de revolucionar aún más el servicio público. Se pueden anticipar tendencias emergentes, como la creación de plataformas más interactivas y el uso de IA para la participación ciudadana en la toma de decisiones. No obstante, es crucial que los gobiernos mantengan un enfoque proactivo en la adaptación y regulación de estas tecnologías, teniendo en cuenta las necesidades de sus ciudadanos y los posibles efectos secundarios de su implementación.

Por lo tanto, la convergencia de la inteligencia artificial con el gobierno electrónico es un campo prometedor que puede transformar profundamente la relación entre los ciudadanos y sus gobiernos. Ahora bien, será vital asegurar que la innovación se realice de manera responsable y ética, para construir un futuro más justo y eficiente para todos.

## Capítulo III

# Inteligencia Artificial generativa en educación e investigación

A medida que las instituciones educativas y los investigadores adoptan herramientas avanzadas, la IA generativa se presenta como una solución innovadora para mejorar la calidad y accesibilidad de la educación. Este fenómeno se refiere a sistemas que pueden generar contenido nuevo y original a partir de patrones existentes, lo que tiene implicaciones significativas en la educación y la investigación.

La IA y, específicamente, la IA generativa poseen un enorme potencial en el ámbito educativo por diversas razones. Primero, pueden facilitar un aprendizaje más personalizado y adaptativo. Para Bolaño y Duarte (2024), en los métodos de enseñanza tradicionales, los educadores a menudo se enfrentan a ambigüedades en el método, la praxis, etc. La incorporación de sistemas de IA puede ayudar a proporcionar contenido adaptado a las necesidades individuales, permitiendo que los alumnos se muevan a su propio ritmo y estilo, lo que resulta en una experiencia de aprendizaje más efectiva.

Además, la IA generativa puede contribuir a la creación de recursos educativos, como libros de texto digitales, cuestionarios, pruebas y materiales multimedia. Con la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos y tendencias educativas, la IA puede generar contenido que sea relevante y actualizado, asegurando que los estudiantes tengan acceso a la información más reciente en su campo de estudio.

Otra área donde la IA generativa cobra relevancia es en el ámbito de la evaluación y la retroalimentación. Los sistemas de IA pueden automatizar el proceso de calificación, permitiendo evaluaciones más rápidas y precisas. Las herramientas de IA pueden, incluso, identificar

patrones en el rendimiento de los estudiantes, ofreciendo a los educadores información valiosa sobre la efectividad de sus métodos de enseñanza y ayudándoles a realizar ajustes necesarios.

Asimismo, la educación inclusiva se beneficia enormemente de la IA generativa. Los sistemas pueden ser diseñados para atender a estudiantes con discapacidades, creando materiales de aprendizaje accesibles que consideren diversas necesidades. La adaptabilidad que ofrece la IA puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso para muchos alumnos que, de otro modo, estarían en desventaja.

Además de estas aplicaciones, la IA en la educación se extiende al ámbito de la investigación. Los investigadores pueden utilizar herramientas generativas para analizar grandes conjuntos de datos, generar hipótesis y explorar nuevas áreas del conocimiento. Esto acelera el proceso de descubrimiento y fomenta la innovación.

La IA generativa se está convirtiendo en un componente crucial de la educación contemporánea, proveyendo soluciones efectivas y novedosas a las cuestiones históricas que han enfrentado las instituciones educativas. La capacidad de crear contenido, personalizar el aprendizaje, optimizar la evaluación y promover la inclusión resalta su importancia en el futuro del aprendizaje (García et al., 2024). Por lo que avanzamos hacia una era donde la tecnología es omnipresente, la colaboración entre humanos y máquinas promete aunar esfuerzos para cultivar una educación más rica, inclusiva y adaptativa.

### **3.1 Conceptos Fundamentales de la Inteligencia Artificial Generativa**

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) representa un avance significativo en el campo de la inteligencia artificial, destacándose por su capacidad de crear contenido original en diversas formas. Esta tecnología se basa en modelos complejos que aprenden patrones y estructuras de datos existentes, permitiéndoles generar nuevas representaciones que

pueden ser indistinguibles de las creadas por seres humanos (Hinojosa et al., 2024).

La IA generativa tiene como objetivo producir nuevos datos o contenido, mientras que otras formas de IA, como la IA discriminativa, se centran principalmente en clasificar o identificar patrones en datos existentes. Un modelo discriminativo podría utilizarse para identificar si una imagen contiene un gato o un perro, mientras que un modelo generativo puede crear imágenes nuevas que representen gatos o perros que nunca han sido vistas previamente.

La IA generativa habitualmente utiliza técnicas como Redes Generativas Antagónicas (GANs) y Modelos de Variational Autoencoders (VAEs). Estas metodologías permiten la creación de nuevos datos mediante la simulación de la complejidad del mundo real (Bandi et al., 2023). En contraste, los modelos de la IA tradicional suelen basarse en algoritmos de aprendizaje supervisado o no supervisado, donde el enfoque principal es mejorar la precisión en la clasificación o predicción de datos existentes.

Esta tecnología abre la puerta a una mayor interactividad y creatividad en sus aplicaciones. Mientras que las tecnologías de IA más convencionales están diseñadas para ejecutar tareas específicas de manera eficiente, la IAG permite una colaboración única y permite la co-creación, potenciando la creatividad humana.

Mientras que muchas tecnologías de IA, como los sistemas de recomendación, están diseñadas para analizar datos y ofrecer sugerencias basadas en patrones previos, la IA generativa puede crear contenido completamente nuevo. En la educación, un modelo generativo podría diseñar materiales didácticos personalizados o exámenes adaptativos. Esto contrasta con otros modelos de IA que solo adaptan o clasifican contenido ya existente.

La creación de contenido original abre debates sobre derechos de autor y originalidad. Además, el potencial de generar desinformación o

contenido engañoso plantea preocupaciones éticas que requieren un enfoque cuidadoso. Por otro lado, otras tecnologías de IA, aunque también enfrentan problemas éticos, tienden a centrarse más en la transparencia y la interpretabilidad de los modelos, al tratar con decisiones que pueden impactar en las vidas de las personas.

La IA generativa está impulsando nuevas formas de innovación en campos como el diseño, la publicidad, la medicina y la educación. Su capacidad para crear soluciones innovadoras y de calidad puede transformar industrias enteras, mientras que muchas tecnologías de IA son utilizadas principalmente para optimizar procesos y aumentar la eficiencia. Por lo que se distingue de otras tecnologías de inteligencia artificial debido a su enfoque en la creación de contenido, sus metodologías de aprendizaje únicas y sus aplicaciones interactivas. Estos aspectos la convierten en un campo de gran interés y potencial para el futuro de la educación, la investigación y otras disciplinas.

### **3.1.1 Aplicaciones de la IA Generativa en la Educación**

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) se ha convertido en una herramienta transformadora en el ámbito educativo, ofreciendo soluciones innovadoras para diversos desafíos en la enseñanza y el aprendizaje. La creación de contenidos educativos es una de las áreas donde la IAG ha demostrado su gran potencial (Hinojosa et al., 2024). Las herramientas de IAG pueden generar materiales didácticos de forma rápida y eficiente, adaptándose a diferentes estilos de aprendizaje y necesidades educativas. Algunas de las aplicaciones más notables incluyen:

- Generación de libros de texto y recursos: La IAG puede analizar grandes volúmenes de contenido existente y crear nuevos textos, como libros de texto, guías de estudio y materiales complementarios de forma automatizada. Esto permite a los educadores tener acceso a recursos actualizados, aliviando su carga de trabajo.

- Creación de ejercicios y pruebas: Los algoritmos de IAG pueden generar preguntas y ejercicios personalizados según el nivel de competencia del estudiante. Además, pueden adaptar la dificultad de las preguntas en función del desempeño del alumno, proporcionando así material que se alinea mejor con sus capacidades.

La IAG también permite la creación de simulaciones y entornos de aprendizaje virtuales que pueden enriquecer la experiencia del estudiante. La personalización del aprendizaje es otro de los beneficios clave que ofrece la IA Generativa. Cada estudiante tiene un ritmo y un estilo de aprendizaje diferentes, y la IAG puede ayudar a adaptar el contenido a estas particularidades. Algunas aplicaciones incluyen:

- Planes de estudio ajustados: A través del análisis de datos sobre el rendimiento de los estudiantes, la IAG puede recomendar un plan de estudio individualizado que potencie las fortalezas y aborde las debilidades de cada alumno.
- Recomendaciones de recursos: Utilizando algoritmos avanzados, la IA puede sugerir recursos adicionales que se alineen con los intereses y necesidades del estudiante, facilitando un aprendizaje más autónomo y dirigido.
- Mentores virtuales: La implementación de tutores virtuales, alimentados por IAG, puede ofrecer apoyo adicional a los estudiantes, respondiendo preguntas, aclarando dudas y proporcionando recursos complementarios a cualquier hora del día.

### **3.1.2 Evaluación y Retroalimentación Automática**

El proceso de evaluación y retroalimentación es fundamental en la educación, y la IAG facilita este aspecto de varias maneras, entre ellas, la IA puede corregir pruebas y tareas de manera rápida y precisa. Por ende, reduce la carga de trabajo de los docentes y permite a los estudiantes recibir resultados de manera más ágil, puede proporcionar retroalimentación inmediata sobre el desempeño del estudiante en tareas

y exámenes, lo que les permite entender sus errores y áreas de mejora rápidamente (Bolaño y Duarte, 2024). Además de calificar, las herramientas de IAG pueden realizar un análisis profundo de los resultados, identificando patrones en el rendimiento de los estudiantes y ofreciendo informes detallados que pueden guiar a los educadores en sus futuras intervenciones pedagógicas.

Entonces, la Inteligencia Artificial Generativa está transformando la educación al ofrecer soluciones innovadoras en la creación de contenidos, la personalización del aprendizaje y la evaluación. Estas aplicaciones influyen desde la praxis asertiva del proceso educativo, y pueden promover un aprendizaje más ágil y adaptativo, en sintonía con las necesidades individuales de cada estudiante.

### **3.1.3 Impacto de la IA Generativa en la Investigación Académica**

La llegada de la inteligencia artificial generativa ha transformado la manera en que se lleva a cabo la investigación académica. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos y generar contenido de manera autónoma está revolucionando tanto el proceso de recopilación y análisis de datos como las metodologías empleadas en la investigación.

Tradicionalmente, estos procesos pueden ser extremadamente lentos y requieren un esfuerzo humano considerable. La IA generativa habilita a los investigadores a procesar y analizar datos a una velocidad sin precedentes. Esto se logra mediante diversas técnicas y algoritmos que permiten:

- Análisis de grandes volúmenes de datos: La capacidad de los modelos de IA para analizar millones de documentos en cuestión de minutos permite a los investigadores acceder a una cantidad masiva de información de la que antes se dependía de forma manual durante meses o incluso años.
- Detección de patrones: A través de técnicas de aprendizaje automático, la IA puede identificar patrones en conjuntos de datos que pueden ser invisibles para los investigadores. Es decir, acelera

el proceso y abre nuevas áreas de investigación que anteriormente podrían haber pasado desapercibidas.

- Automatización de la recopilación de datos: Los algoritmos de IA pueden extraer información relevante de múltiples fuentes, como artículos científicos, trabajos de conferencias y bases de datos, facilitando la creación de bases de datos enriquecidas para futuras investigaciones.

Esta agilidad en el procesamiento de datos tiene un efecto transformador, permitiendo que los investigadores se concentren más en el análisis crítico y la interpretación de sus hallazgos, en lugar de perder tiempo en tareas tediosas de recopilación y organización.

### **3.1.4 Innovación en Metodologías de Investigación**

La implementación de la IA generativa también ha sido un catalizador para la innovación en las metodologías de investigación. Las formas tradicionales de llevar a cabo estudios están siendo complementadas o incluso reemplazadas por enfoques más modernos y eficaces. Los investigadores ahora pueden utilizar la IA para diseñar experimentos complejos. Los algoritmos pueden sugerir configuraciones experimentales que maximicen el potencial de descubrimiento y optimicen los recursos (Álvarez, 2023). La IA generativa permite crear simulaciones que pueden modelar resultados en diversos escenarios. Este tipo de análisis ayuda a prever posibles resultados y a optimizar metodologías antes de llevar a cabo estudios en el mundo real.

La IA puede integrar y sintetizar datos de diferentes disciplinas, facilitando la colaboración entre investigadores de diversas áreas y fomentando diálogos que fortalecen la innovación en la investigación. En conjunto, estas innovaciones proporcionadas por la IA generativa mejoran la eficiencia en los procesos de investigación e inspiran nuevas formas de pensar, diseñar y llevar a cabo estudios académicos. Al integrar inteligencia artificial en la investigación, los académicos están, en última instancia, ampliando las fronteras del conocimiento y acelerando el avance de la ciencia en un mundo en constante cambio.

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) generativa en el ámbito educativo e investigativo no está exenta de retos éticos que deben ser cuidadosamente considerados. Dos de los desafíos más relevantes son el sesgo y la equidad, así como la privacidad de los datos. Ahora bien, el sesgo que puede aparecer en los algoritmos y modelos utilizados (Clemente et al., 2024). Estos sesgos pueden originarse de diversas fuentes, como los datos de entrenamiento que alimentan a los modelos de IA. Si los datos son inherentemente sesgados, el modelo generativo producirá resultados que reflejan esos sesgos, perpetuando desigualdades preexistentes en la educación o en la investigación.

Es decir, si un modelo se entrena predominantemente con datos de un grupo demográfico específico (ya sea por raza, género, ubicación geográfica o nivel socioeconómico), puede no ser capaz de generar contenido relevante o equitativo para otros grupos. Esto se traduce en experiencias de aprendizaje o herramientas de investigación que no son inclusivas, lo que puede impactar negativamente la calidad de la educación y limitar las oportunidades para ciertos estudiantes o investigadores. Además, el sesgo puede manifestarse en la manera en la que se evalúa el rendimiento de los estudiantes o en las recomendaciones de materiales educativos.

Puede ocurrir que ciertos grupos no reciban el mismo nivel de apoyo o que su progreso no sea valorado de manera justa. Por lo tanto, es crucial que los desarrolladores de IA generativa implementen prácticas responsables durante la fase de entrenamiento de los modelos, utilizando conjuntos de datos diversos y revisando continuamente los resultados para detectar y corregir sesgos.

La inteligencia artificial generativa ha comenzado a moldear el panorama educativo y de investigación, pero su potencial sigue siendo vasto y en evolución. En la medida que esta tecnología avanza, se vislumbran tendencias emergentes que pueden transformar tanto la manera en que se enseña como la forma en que se lleva a cabo la investigación académica.

Las plataformas educativas están comenzando a integrar sistemas de IA generativa que se adaptan de manera dinámica a las necesidades de los estudiantes. Estos sistemas generativos personalizan el contenido educativo en función de la progresión individual, también utilizan el aprendizaje automático para predecir áreas de dificultad y sugerir recursos adicionales. Esto propicia una experiencia de aprendizaje más efectiva y centrada en el estudiante.

La IA generativa facilita la creación de recursos educativos abiertos (OER) de alta calidad. Con algoritmos capaces de generar textos, gráficos, simulaciones y cuestionarios, los educadores pueden tener acceso inmediato a material didáctico adaptado a sus necesidades (UNESCO IESALC, 2021). A su vez, esto fomenta la colaboración entre docentes, quienes pueden compartir estas creaciones y mejorar su propio contenido a través de sugerencias generadas por IA.

La colaboración entre investigadores puede mejorar significativamente con la IA generativa, que permite la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. Plataformas de investigación colaborativa impulsadas por IA podrán identificar tendencias, sugerir hipótesis, y hasta ayudar en la redacción de trabajos académicos, acelerando el proceso de investigación. La IA generativa puede utilizarse para crear simulaciones complejas que operan en tiempo real, lo que ofrece a los estudiantes y a los investigadores herramientas robustas para experimentación y análisis. En áreas como la medicina, la biología y la ingeniería, estas simulaciones pueden permitir el ensayo y análisis de diferentes teorías y modelos de manera mucho más rápida y eficiente que los métodos tradicionales.

### **3.1.5 Creación de Contenidos Educativos**

La IA generativa puede desarrollar materiales educativos de alta calidad, como textos, videos y ejercicios interactivos, adaptados a diferentes niveles y estilos de aprendizaje. Esto permite a los educadores contar con recursos innovadores y diversos que pueden enriquecer sus clases y facilitar el proceso de enseñanza. A través del análisis de datos

de los estudiantes, la IA puede ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas. Los sistemas pueden identificar las fortalezas y debilidades de cada alumno, adaptando el contenido y el ritmo de estudio según sus necesidades específicas.

En el ámbito de la investigación, la IA generativa puede analizar grandes volúmenes de datos en dimensiones y contextos que serían imposibles para un ser humano. Esta capacidad permite a los investigadores encontrar patrones y correlaciones de manera más eficiente, facilitando el descubrimiento de nuevas tendencias que pueden orientar futuras investigaciones (Mayol, 2024). La inteligencia artificial brinda la oportunidad de desarrollar metodologías de investigación más sólidas y rigurosas. Mediante el uso de algoritmos avanzados, los investigadores pueden simular escenarios complejos y realizar experimentos virtuales, lo que abre nuevas posibilidades en campos que requieren un enfoque más dinámico y adaptativo.

### **3.2 Inteligencia artificial en la Investigación y sociedad científica**

El uso de la inteligencia artificial en la investigación se manifiesta en diversas disciplinas, como la biomedicina, la física, la astronomía, la ingeniería y las ciencias sociales, por mencionar solo algunas. La capacidad de la IA para analizar patrones complejos en datos masivos permite a los investigadores descubrir correlaciones y causalidades que, de otro modo, serían difíciles de identificar. Este advenimiento facilita la generación de nuevos conocimientos y acelera el proceso de investigación, a menudo reduciendo el tiempo necesario para llegar a resultados significativos.

Hoy en día, estamos inmersos en una era de datos donde cada actividad, desde el uso de dispositivos móviles hasta las transacciones en línea, genera información valiosa. Esto ha llevado a la acumulación de enormes volúmenes de datos, lo que plantea dilemas significativos en su análisis y comprensión. Aquí es donde la inteligencia artificial juega un

papel crucial. Herramientas como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural permiten a los investigadores gestionar grandes conjuntos de datos y que las redes neuronales artificiales aprendan de estos.

Es decir, en el campo de la biomedicina, la IA se emplea para analizar datos genéticos y clínicos, identificando patrones que pueden conducir a nuevos tratamientos o a la mejora de los existentes. Mientras tanto, la IA en la astronomía se utiliza para analizar datos de telescopios e identificar nuevos cuerpos celestes, aumentando nuestra comprensión del universo. Esta capacidad de gestionar y dar sentido a datos complejos ha revolucionado la manera en que se lleva a cabo la investigación en muchos campos.

No obstante, es fundamental entender que la inteligencia artificial no reemplaza a los investigadores, complementa su trabajo. La interacción entre humanos y máquinas es fundamental para maximizar el potencial de la IA en la investigación. Las máquinas pueden manejar tareas repetitivas y analizar datos a una velocidad y precisión que superan a los humanos, mientras que los investigadores aportan creatividad, intuición y juicio crítico, características que son difíciles de replicar en una máquina.

En este sentido, es el investigador quien finalmente deberá formular la hipótesis, diseñar el experimento y validar los resultados. De esta manera, la inteligencia artificial se convierte en un poderoso aliado, permitiendo a los científicos concentrarse en las tareas que requieren pensamiento creativo y especializado, mientras que las tareas más mecánicas son delegadas a la tecnología.

Además, el uso de algoritmos entrenados en conjuntos de datos sesgados puede perpetuar o incluso exacerbar desigualdades existentes. En el ámbito de la salud, si los datos utilizados para entrenar modelos de IA no son representativos de toda la población, los resultados podrían favorecer a ciertas demografías mientras perjudican a otras. Por lo tanto,

es esencial que la comunidad científica aborde estos problemas y trabaje hacia prácticas de investigación más justas y equitativas.

La introducción de tecnologías avanzadas puede llevar a la automatización de ciertas tareas, lo que podría resultar en la pérdida de empleos. Es vital que se realicen esfuerzos por parte de instituciones académicas y políticas públicas para capacitar a los trabajadores en habilidades que sean complementarias a las tecnologías emergentes, asegurando que la transición hacia un futuro más automatizado sea beneficiosa para todos. La colaboración entre humanos y máquinas, junto con un enfoque ético y consciente, será fundamental para aprovechar al máximo las oportunidades que la inteligencia artificial ofrece a la sociedad científica.

### **3.2.1 Impacto de la Inteligencia Artificial en la Sociedad Científica**

El impacto de la IAG se materializa en dos áreas principales: el cambio en la metodología de investigación y la ética en la investigación con IA (Mayol, 2024). En tanto, la automatización de tareas que anteriormente requerían intervención humana es uno de los impactos más notables de la IA en la investigación. Programas de IA pueden gestionar grandes cantidades de datos, realizar análisis estadísticos y generar hipótesis:

- Análisis de datos masivos: Herramientas como el aprendizaje automático permiten a los investigadores analizar grandes volúmenes de datos que serían impracticables de evaluar manualmente.
- Revisión sistemática de la literatura: Algoritmos pueden escanear y resumir estudios previos, facilitando la identificación de investigaciones relevantes y ahorrando semanas de trabajo.

La IA ha demostrado ser un catalizador para acelerar el proceso de descubrimiento. Al proporcionar simulaciones y modelado predictivo, los investigadores pueden formular y probar hipótesis con rapidez. Los modelos de IA pueden prever cómo los tratamientos afectarán a diferentes

grupos de pacientes, permitiendo personalizar tratamientos de manera eficiente. La capacidad de analizar datos en tiempo real durante experimentos permite ajustes inmediatos a las condiciones del estudio. La complejidad de los problemas actuales necesita un enfoque interdisciplinario, y la IA sirve como un puente entre campos como la biología, la informática y la ingeniería.

La interacción entre investigadores de diferentes áreas estimula la creatividad y detona nuevos descubrimientos. Con el aumento en la utilización de la IA en la investigación, emergen numerosas cuestiones éticas que deben abordarse. La aplicación de IA en contextos científicos acarrea responsabilidades importantes que los investigadores deben tener en cuenta; el uso de algoritmos complejos en la investigación debe ser transparente para garantizar que los resultados sean comprensibles y reproducibles. La falta de transparencia puede llevar a la desconfianza en los resultados, especialmente en campos sensibles como la salud.

Un aspecto clave a destacar es el significativo aumento en la eficiencia que la IA puede aportar a la investigación. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar datos a una velocidad y con una precisión que superan las capacidades humanas. Esto permite acelerar descubrimientos que de otro modo podrían haber tomado años o incluso décadas. Así, la IA se utiliza para identificar nuevos compuestos químicos que podrían conducir a tratamientos innovadores, lo cual podría transformar el enfoque frente a enfermedades hasta ahora incurables.

No obstante, este avance no está exento de complicaciones. La dependencia creciente de la IA en la investigación plantea importantes cuestiones éticas. El uso de algoritmos para la toma de decisiones científicas puede llevar a sesgos inherentes en los resultados. Si los datos utilizados para entrenar estos algoritmos son incompletos o sesgados, las conclusiones pueden ser igualmente erróneas. Esto es especialmente preocupante en áreas donde las decisiones basadas en la investigación pueden tener repercusiones significativas en la sociedad, como es el caso de la salud pública y la política ambiental.

Además, es fundamental que la comunidad científica mantenga un enfoque crítico y ético en la implementación de la IA. La transparencia en los procesos de investigación se vuelve crucial, pues, fomenta la confianza en la investigación y en cómo se aplican los avances tecnológicos en pro del bienestar social. La replicabilidad de los resultados es otro aspecto que se ve amenazado cuando se invoca la IA; a menudo, los modelos son negros, lo que dificulta su evaluación y comprensión.

Los dilemas mencionados son solo una parte de un panorama más amplio que involucra la interacción de la IA y la investigación científica. En este sentido, también es oportuno considerar cómo la IA está modificando la estructura de colaboración en ciencia. Se prevé que, en un futuro muy cercano, equipos multidisciplinarios que combinan científicos, ingenieros y expertos en IA trabajen de manera conjunta para abordar problemas complejos. Esta fusión de habilidades podría llevar a los investigadores a nuevas fronteras, donde la creatividad humana se amalgame con la eficiencia de las máquinas para desarrollar soluciones innovadoras.

Las colaboraciones interinstitucionales y el diálogo continuo entre científicos, tecnólogos y responsables políticos serán clave para garantizar que los beneficios de la IA se maximicen mientras se mitigan sus riesgos. La educación y la formación en ética de la IA también son cruciales para preparar a futuras generaciones de científicos para manejar las potencia y los peligros de esta tecnología.

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar el paisaje de la investigación científica de maneras que apenas comenzamos a entender. Su capacidad para procesar y analizar datos rápidamente puede acelerar el avance del conocimiento, pero este potencial debe ser manejado con cuidado (Bengio, 2018). La ética, la transparencia y la colaboración interdisciplinaria serán fundamentales para asegurar que la IA se utilice en beneficio de la humanidad y que sus riesgos se gestionen adecuadamente. De cara al futuro, nuestra responsabilidad

como sociedad es cultivar un ecosistema científico donde la inteligencia artificial actúe como un aliado comprometido con el progreso y el bienestar colectivo.

## **Capítulo IV**

### **Desarrollo de capacidades digitales con inteligencia artificial: enfoque hacia las ciencias**

En la era digital del siglo 21, el desarrollo de capacidades digitales se ha vuelto imprescindible para el éxito tanto a nivel personal como profesional. La rápida evolución de la tecnología y la omnipresencia de internet han transformado la manera en que interactuamos, aprendemos y trabajamos. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) desempeña un papel crucial en la mejora y expansión de estas habilidades digitales.

El concepto de capacidades digitales abarca un amplio espectro de habilidades que van desde el uso básico de tecnología hasta la capacidad de analizar y transformar datos mediante soluciones avanzadas. Entre las habilidades digitales básicas se incluyen la capacidad de utilizar dispositivos tecnológicos, navegar por internet, comunicarse efectivamente a través de medios digitales y entender conceptos básicos de ciberseguridad. Por otro lado, las competencias digitales avanzadas implican habilidades más complejas, como la programación, el análisis de datos y el uso de herramientas de software que permiten automatizar procesos.

La Inteligencia Artificial se presenta como una herramienta fundamental en el proceso de desarrollo de capacidades digitales. A través de sus aplicaciones, se pueden crear entornos de aprendizaje personalizados que se adaptan a las necesidades y ritmos de cada individuo, facilitando así el aprendizaje y la adquisición de nuevas habilidades. Prototipos de plataformas de educación online alimentadas por IA pueden ofrecer recomendaciones personalizadas de cursos y recursos basados en el perfil y las preferencias del usuario (Ayuso del Puerto y Gutiérrez, 2022). Esto permite que las personas adquieran

competencias digitales de forma más efectiva y eficiente, sin importar su nivel inicial de conocimiento.

Si bien, el avance en las capacidades digitales impulsadas por la IA no está exento de eventos indeseados. En la globalización del conocimiento, las brechas digitales limitan la oportunidad de acceder a herramientas y recursos que faciliten el aprendizaje y la adquisición de habilidades digitales. Esto puede perpetuar las desigualdades existentes y generar un entorno en el que solo una parte de la población pueda beneficiarse de los avances tecnológicos.

Con el aumento en la recopilación y el procesamiento de datos, surgen preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información personal. Es fundamental que se establezcan normativas y prácticas claras que protejan a los usuarios y garanticen que la tecnología se utilice de manera responsable, respetando la dignidad y los derechos de todas las personas.

Conforme avanzamos hacia un futuro cada vez más digitalizado, es imperativo invertir en la formación y educación que permita a las personas desarrollar habilidades numéricas y el pensamiento lógico, a través de habilidades digitales. En última instancia, se busca formar una visión holística que contemple tanto los beneficios como los aspectos a considerar en el desarrollo de capacidades digitales ante el panorama actual y futuro marcado por la Inteligencia Artificial.

#### **4.1 Capacidades Digitales y su Importancia**

En la actualidad, el desarrollo de capacidades digitales se ha vuelto fundamental en todos los ámbitos de la sociedad. Con la rápida evolución de la tecnología y la persuasiva influencia de Internet, contar con un conjunto de habilidades digitales se ha convertido en un requisito indispensable para la vida cotidiana, el trabajo y la educación.

Las habilidades digitales básicas son esenciales para cualquier persona en esta era digital. Estas habilidades representan el punto de partida para interactuar efectivamente con la tecnología y acceder a

diversas plataformas y servicios en línea. El dominio de estas habilidades básicas es vital para enfrentar los retos del mundo digital actual. Sin estas capacidades, las personas corren el riesgo de quedar rezagadas y perder oportunidades en el ámbito laboral, educativo y social (Cruz et al., 2018).

Las competencias digitales avanzadas se refieren a un conjunto más amplio y complejo de habilidades que permiten a los individuos adecuar sus procesos cognitivos en el entorno digital, acoplando las inteligencias múltiples, desarrollando, innovando y liderando proyectos en un contexto digital. Algunas de estas competencias incluyen:

- **Análisis de datos:** Con el aumento de la importancia de los datos en la toma de decisiones, la capacidad de recopilar, analizar e interpretar datos se ha convertido en una competencia crítica. Esto permite a las organizaciones tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias basadas en información objetiva.
- **Desarrollo de contenido digital:** La creación de contenido atractivo y relevante es esencial en el marketing digital. Saber diseñar gráficos, producir videos y redactar blogs o artículos permite a los profesionales destacar en un mercado cada vez más saturado.
- **Programación y desarrollo de software:** Aunque no todos necesitan ser programadores, tener un conocimiento básico de lenguajes de programación y cómo funcionan las aplicaciones es muy beneficioso. Las habilidades de codificación permiten a las personas contribuir a la creación y mejora de productos digitales.
- **Colaboración en línea:** Con el auge del trabajo remoto, la habilidad para colaborar efectivamente utilizando herramientas digitales se ha vuelto esencial. Esto incluye el uso de plataformas como Google Workspace, Microsoft Teams o Slack para trabajar en equipos distribuidos.
- **Innovación y pensamiento crítico:** La capacidad de evaluar tecnologías emergentes, pensar de manera crítica sobre su aplicación y desarrollar soluciones innovadoras es fundamental

para el crecimiento profesional. Esto ayuda a las organizaciones a adaptarse y evolucionar en un entorno digital cambiante.

Las competencias digitales avanzadas son, por tanto, una necesidad estratégica en un mundo donde la transformación digital está en constante movimiento. Los individuos que desarrollan estas competencias pueden beneficiarse de mejores oportunidades laborales y contribuir más efectivamente al progreso de sus organizaciones. En este sentido, el desarrollo de capacidades digitales, tanto básicas como avanzadas, es crucial en el contexto actual. Estas habilidades La educación y la formación en habilidades digitales deben considerarse una prioridad para garantizar que todos puedan participar plenamente en la sociedad digital.

#### **4.1.1 Integración de Inteligencia Artificial en el Desarrollo de Capacidades**

La Inteligencia Artificial (IA) y su vínculo con el desarrollo de capacidades digitales representa un avance significativo en diversas áreas, especialmente en la educación. La capacidad de personalizar el aprendizaje, analizar el rendimiento de los estudiantes y proporcionar retroalimentación en tiempo real son solo algunas de las ventajas que la IA ofrece en este contexto (Menachó et al., 2024). Con base en los algoritmos de aprendizaje automático, se pueden identificar las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes. Esto permite crear rutas de aprendizaje adaptadas que consideran las habilidades y los ritmos de cada alumno. Algunos de los beneficios más destacados son:

- **Aprendizaje Personalizado:** La IA puede adaptar el contenido didáctico en función del rendimiento y los intereses de cada estudiante. Ahora bien, si un estudiante tiene dificultades en matemáticas, los sistemas de IA pueden proporcionarle ejercicios adicionales y recursos específicos para mejorar.

- **Análisis Predictivo:** Los sistemas de inteligencia artificial pueden analizar datos históricos de rendimiento académico para prever qué estudiantes pueden necesitar apoyo adicional antes de que los resultados finales se vean afectados. Esto permite a los educadores intervenir de manera proactiva.
- **Retroalimentación Inmediata:** Las plataformas de aprendizaje impulsadas por IA pueden ofrecer retroalimentación instantánea a los estudiantes. Esto mejora su aprendizaje dialógico interactivo, as u vez, permite corregir errores en tiempo real, lo que es fundamental para una noción efectiva.
- **Reducción de Cargas Administrativas:** La IA puede automatizar tareas administrativas como la corrección de exámenes y la gestión de la asistencia. Esto permite a los docentes centrarse más en la enseñanza y en el apoyo a sus estudiantes, mejorando la calidad de la educación.
- **Accesibilidad:** La IA puede desempeñar un papel crucial en la inclusión educativa, ofreciendo herramientas que ayudan a los estudiantes con discapacidades. El reconocimiento de voz y la traducción automática pueden facilitar el aprendizaje para personas con diferentes necesidades.

Existen diversas herramientas de IA que están transformando la forma en que se enseña y se aprende. Estas tecnologías aportan soluciones innovadoras en todas las áreas del saber, también fomentan un ambiente de aprendizaje más interactivo y efectivo. Algunas de las herramientas más relevantes incluyen:

- **Sistemas de Tutoría Inteligente:** Plataformas como Carnegie Learning utilizan IA para proporcionar tutoría personalizada a los estudiantes en diversas materias. Estas plataformas emplean algoritmos que analizan las respuestas y el progreso de los estudiantes para ajustar el contenido y los métodos de enseñanza.
- **Asistentes Virtuales:** Herramientas como chatbots y asistentes de voz están siendo utilizados para responder dudas y ofrecer apoyo

a los estudiantes fuera del horario escolar. Estos asistentes pueden ayudar a aclarar conceptos, proporcionar recursos adicionales y ayudar en la planificación de estudios.

- Plataformas de Aprendizaje Adaptativo: Estas plataformas, como Knewton y DreamBox, utilizan tecnología de IA para personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Al analizar cómo interactúan con el material, pueden recomendar ejercicios y recursos que se ajustan a su nivel de habilidad.
- Realidad Aumentada y Virtual: La IA también está impulsando aplicaciones de realidad aumentada (AR) y virtual (VR) que permiten experiencias de aprendizaje inmersivas. Estas tecnologías pueden simular escenarios del mundo real y ofrecer a los estudiantes la oportunidad de practicar habilidades en un entorno seguro y controlado.
- Análisis de Datos Educativos: Herramientas como Tableau y Google Data Studio permiten a las instituciones educativas analizar grandes volúmenes de datos para mejorar la toma de decisiones. Esto incluye el seguimiento del rendimiento de los estudiantes, la evaluación de programas y la identificación de áreas que requieren mejora.

Los docentes pasan de ser meros transmisores de conocimiento a facilitadores del aprendizaje, guiando a los estudiantes mientras ellos exploran y adquieren habilidades digitales esenciales para afrontar los retos del futuro. En este sentido, es clave promover la capacitación en herramientas de IA para educadores y estudiantes, asegurando un uso ético y efectivo de estas tecnologías en el ámbito educativo.

La adopción de capacidades digitales potenciadas por la inteligencia artificial (IA) ha traído consigo múltiples ventajas y oportunidades. Las implicaciones éticas de la inteligencia artificial abarcan un amplio espectro que incluye decisiones algorítmicas, sesgo en los datos, y responsabilidad. Dado que la IA toma decisiones con base en patrones en

los datos, es crucial considerar cómo estas decisiones pueden afectar a las personas y a la sociedad en general.

Los sistemas de IA pueden perpetuar o incluso amplificar prejuicios existentes si se entrenan con datos sesgados. Esto puede resultar en decisiones injustas que afecten a ciertos grupos. En el ámbito de la educación, un sistema de recomendación que no considere la diversidad de contextos puede favorecer a ciertos perfiles de estudiante, dejando de lado a aquellos que no encajan en esos patrones. Las organizaciones deben estar atentas para identificar y corregir estos sesgos, asegurando que los algoritmos sean justos e inclusivos.

La naturaleza de las decisiones automáticas planteadas por la IA puede dificultar la comprensión de por qué se toman ciertas decisiones. Es vital que los usuarios y afectados tengan la capacidad de solicitar explicaciones sobre cómo y por qué se procesan sus datos. Esto fomenta un ambiente donde la confianza se establece, y donde la rendición de cuentas se convierte en un principio esencial en la implementación de prácticas laborales. Las tecnologías impulsadas por IA pueden tener efectos profundos en el trabajo y la sociedad.

La automatización de procesos puede llevar a la reducción de empleos en ciertas áreas, mientras que también puede resultar en la creación de nuevas oportunidades en otras. Las partes interesadas deben evaluar cómo sus decisiones impactan en la sociedad, sobre todo al integrar capacidades digitales con inteligencia artificial, es imprescindible abordar tanto la privacidad y seguridad de los datos como las implicaciones éticas (Cornejo, 2023).

La cooperación entre comunidades tecnológicas, gobiernos y la sociedad civil es fundamental para generar un entorno digital que sea seguro, equitativo y que promueva el desarrollo de habilidades digitales para todos. Solo a través de un enfoque responsable y crítico podrán las capacidades digitales y la inteligencia artificial ofrecer su máximo potencial en beneficio de la humanidad.

## **4.2 Inteligencia artificial en el desarrollo de las ciencias exactas**

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras en la historia reciente, impactando diversos campos, incluyendo el desarrollo de las ciencias exactas. Las matemáticas, la física y la química son disciplinas fundamentales que se nutren de la lógica y la rigurosidad, y la combinación de la IA en estas áreas ha abierto un abanico de oportunidades para resolver problemas complejos que antes parecían insuperables.

A lo largo de los años, las ciencias exactas han evolucionado de manera sorprendente debido a la creciente capacidad de procesamiento de datos y a la mejora en los algoritmos de aprendizaje automático. La IA asiste a los científicos en el análisis de cadenas de texto y alfanuméricas y proporciona nuevas herramientas para la comprensión y la predicción de fenómenos naturales. En la actualidad, la IA desempeña un papel crucial en varios aspectos del trabajo científico:

- Automatización de procesos: La IA permite la automatización de tareas repetitivas, liberando a los científicos para que se concentren en la investigación innovadora. Desde la recopilación de datos hasta el análisis estadístico, la IA asume muchas de las tareas que consumen tiempo.
- Modelado y simulación: Las técnicas de IA facilitan la creación de modelos más precisos y complejos que pueden simular situaciones del mundo real. Esto es especialmente relevante en la física, donde las simulaciones cuánticas y los modelos de sistemas complejos se están volviendo cada vez más comunes.
- Optimización de soluciones: Los algoritmos de aprendizaje profundo y otras técnicas de IA ofrecen soluciones optimizadas a problemas que anteriormente requerían enfoques heurísticos. Esto es particularmente evidente en matemáticas aplicadas, donde la IA puede ayudar a encontrar soluciones óptimas para problemas de optimización.

- Descubrimiento y predicción: En química, la IA está revolucionando el descubrimiento de nuevos compuestos y la predicción de reacciones químicas. Los modelos de IA pueden analizar estructuras moleculares y predecir sus propiedades, facilitando el diseño de nuevos materiales o fármacos.

Asimismo, el avance de la IA también plantea preguntas éticas y técnicas que deben abordarse. La interpretación de los resultados, la validez de los modelos y la transparencia de los algoritmos se convierten en aspectos críticos, especialmente cuando se aplican a problemas que pueden tener un impacto significativo en la sociedad y el medio ambiente.

La inteligencia artificial se presenta como una herramienta que complementa las ciencias exactas, es componente fundamental que está redefiniendo el enfoque de la investigación en estas disciplinas. Su capacidad para manejar, analizar y prever fenómenos complejos se convierte en un aliado invaluable para los científicos que buscan desentrañar aún más los misterios del universo. Con el continuo avance de la IA, se espera que su influencia en las ciencias exactas se profundice, llevando a descubrimientos innovadores y a una mayor comprensión de los principios que rigen nuestro mundo.

Las ciencias exactas se fundamentan en principios y conceptos que buscan describir y entender el mundo que nos rodea de manera precisa y objetiva. Estas disciplinas son esenciales para el desarrollo de tecnologías y aplicaciones que han transformado nuestra sociedad. En este contexto, las matemáticas, la física y la química son pilares fundamentales que permiten modelar fenómenos naturales y resolver problemas complejos (Morales et al., 2021).

Las matemáticas son el lenguaje universal de las ciencias exactas. Se ocupan del estudio de las cantidades, estructuras, espacios y cambios, y son fundamentales para formular teorías y resolver problemas en diversas áreas. La física es la ciencia que estudia los fenómenos naturales y las leyes que los rigen. Se basa en principios fundamentales que

explican desde el comportamiento de las partículas subatómicas hasta el movimiento de los planetas. La química es la ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades y cambios de la materia. Esta disciplina se basa en principios fundamentales que permiten entender la naturaleza de los átomos y moléculas.

#### **4.2.1 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en las Matemáticas**

La Inteligencia Artificial (IA) ha transformado diversos campos del conocimiento a lo largo de los años, y las matemáticas no son una excepción. La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos y identificar patrones ha permitido avances significativos en la solución de problemas complejos y en la optimización de algoritmos.

Los avances de la IA en matemáticas están en la capacidad para abordar problemas que, en ocasiones, son demasiado complejos o laboriosos para ser resueltos por métodos tradicionales. Esto se ha vuelto especialmente evidente en áreas como la teoría de números, la geometría algebraica y la combinatoria. El aprendizaje automático ha demostrado ser eficaz al aplicar técnicas como la regresión, redes neuronales y algoritmos evolutivos para resolver ecuaciones y problemas específicos (Román, 2024). En el campo de la teoría de grupos, los algoritmos de IA pueden analizar estructuras combinatorias complejas, ayudando a descubrir propiedades previamente desconocidas.

La IA puede explorar eficientemente grandes espacios de búsqueda buscando soluciones a problemas matemáticos difíciles. Los sistemas basados en IA pueden realizar millones de cálculos en un período corto, lo que permite abordar problemas que antes requerían años de trabajo por parte de un humano. Además, la IA ha demostrado su utilidad en la resolución de teoremas matemáticos. Proyectos como el Programming Language and Theorem Prover; utilizan técnicas de IA para ayudar a los matemáticos a formalizar y demostrar teoremas, facilitando así su trabajo y aumentando la eficiencia en el desarrollo matemático.

La optimización de algoritmos es otra área donde la IA ha hecho contribuciones significativas. En muchos casos, los algoritmos tradicionales pueden ser ineficientes y consumir una cantidad excesiva de recursos computacionales. Aquí es donde la IA ofrece soluciones innovadoras.

Los algoritmos de optimización impulsados por la IA, como los algoritmos genéticos y la optimización por enjambre, utilizan enfoques heurísticos para mejorar la calidad y la rapidez de las soluciones. Estos métodos son aplicables en áreas como la planificación, la logística y el diseño de circuitos, donde se necesita minimizar costos o maximizar eficiencia. La IA también ayuda a reducir la complejidad de los algoritmos mediante el uso de técnicas como el aprendizaje por refuerzo. Este enfoque permite a los sistemas adaptarse y mejorar continuamente sus decisiones con el tiempo, encontrando soluciones óptimas en un menor número de iteraciones.

La Inteligencia Artificial ha abierto nuevas puertas en el campo de las matemáticas, proporcionando herramientas valiosas para la solución de problemas complejos y la optimización de algoritmos. Por lo que las técnicas de IA continúan evolucionando, es probable que su impacto en las matemáticas y en otras disciplinas continúe expandiéndose, mejorando nuestro entendimiento del mundo y facilitando la resolución de problemas que antes parecían insuperables.

#### **4.2.2 Impacto en la Física**

La inteligencia artificial (IA) ha traído consigo un cambio radical en la forma en que se aborda la física moderna. A través de simulaciones y modelos predictivos, así como los avances en mecánica cuántica, la IA está transformando nuestras capacidades para investigar y comprender fenómenos físicos complejos. Entre los principales aportes de la IA en el campo de la física es su capacidad para llevar a cabo simulaciones y modelos predictivos (Mejía y Pino, 2021). Estos modelos son fundamentales para analizar sistemas físicos que son intrínsecamente

difíciles de estudiar mediante experimentación directa. Las técnicas de IA, tales como el aprendizaje automático, permiten procesar grandes volúmenes de datos y extraer patrones significativos que antes habrían pasado desapercibidos.

En la búsqueda de nuevos materiales y en la comprensión de fenómenos como la superconductividad, los modelos predictivos guiados por IA pueden simular la estructura atómica y las propiedades electrónicas de compuestos que aún no han sido sintetizados. La mecánica cuántica es otra área donde la IA ha demostrado ser de gran utilidad. Esta rama de la física se ocupa de fenómenos que ocurren a escalas extremadamente pequeñas, donde las intuiciones clásicas no se aplican. Aquí, la IA permite explorar y modelar sistemas cuánticos complejos que son difíciles de entender mediante las matemáticas tradicionales.

Una de las aplicaciones más destacadas es el desarrollo de algoritmos capaces de resolver ecuaciones cuánticas. Estos algoritmos son utilizados para encontrar soluciones a problemas que, de otro modo, resultarían computacionalmente inviables. Esto incluye la modelación de átomos y moléculas, así como la simulación de interacciones entre partículas a nivel cuántico.

Además, se están explorando métodos para integrar la IA en computadoras cuánticas, lo que podría revolucionar la manera en que procesamos la información y resolvemos problemas complejos. Los sistemas cuánticos alimentados por IA tienen el potencial de acelerar drásticamente los cálculos, facilitando descubrimientos en campos como la química, la física de partículas y la cosmología. Por otro lado, la IA también está ayudando en la interpretación de datos experimentales en física cuántica. A través de técnicas de aprendizaje profundo, los investigadores pueden analizar grandes volúmenes de datos recolectados en experimentos, extrayendo información sobre fenómenos que son difíciles de observar directamente (Trisna y Jie, 2022).

La inteligencia artificial está marcando una nueva era en la física, facilitando tanto la simulación de fenómenos complejos como la exploración de la intrincada naturaleza del mundo cuántico. Es probable que veamos un incremento aún mayor en el impacto que la IA tiene en esta disciplina, abriendo nuevas vías para la investigación y el descubrimiento.

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado múltiples campos, y la química no es la excepción. Las técnicas avanzadas de IA, trabajando en conjunto con la química computacional, han permitido hacer descubrimientos significativos que antes habrían requerido años de investigación y experimentación. En este capítulo, exploramos dos áreas clave donde la IA ha tenido un impacto notable: el descubrimiento de nuevos compuestos y el modelado de reacciones químicas.

Algoritmos como redes neuronales generativas permiten a los investigadores explorar espacios de química molecular vastos y complejos. Estas herramientas pueden sugerir nuevas estructuras de compuestos que luego son validadas experimentalmente. A través del análisis de datos históricos, los modelos de IA pueden predecir qué compuestos tienen probabilidades de mostrar actividad biológica en ciertos contextos. Esto es especialmente útil en el descubrimiento de nuevos fármacos, donde la IA puede reducir el tiempo y los costes asociados a la búsqueda de activos farmacéuticos. Una notable victoria en este campo fue el uso de modelos de IA para encontrar nuevos inhibidores de proteínas que pueden ser relevantes en el tratamiento de enfermedades como el cáncer.

Otra área en la que la inteligencia artificial ha hecho contribuciones significativas es en el modelado de reacciones químicas. La capacidad de simular y prever los resultados de estas reacciones con precisión es crucial en la química, ya que puede ayudar a optimizar procedimientos y a desarrollar nuevos métodos sintéticos. Las redes neuronales se usan para simular la energía de las moléculas a través de potenciales de reacción. Esto permite a los investigadores mapear rutas de reacción

posibles y determinar cuál puede ser la más eficiente (Reiser et al., 2022). El uso de la IA en combinación con la teoría de funcional de la densidad (DFT) ha permitido simular reacciones complejas como la catálisis en condiciones específicas, lo que antes era muy difícil de alcanzar.

Herramientas de IA se utilizan para predecir los productos de reacciones químicas a partir de los reactivos. Esto ha llevado a la creación de bases de datos de reacciones químicas donde se pueden buscar combinaciones y resultados a partir de parámetros específicos. La inteligencia artificial está transformando la química moderna a través de su capacidad para descubrir nuevos compuestos y modelar reacciones químicas de manera eficaz. A medida que los investigadores continúan integrando estas tecnologías, es probable que se logren avances aún más sorprendentes en el campo de la química, con implicaciones relevantes para la medicina, la energía y otros sectores fundamentales.

La complejidad de las redes neuronales y otros modelos de IA a menudo hace que sus decisiones sean difíciles de interpretar. Esto plantea preguntas sobre la responsabilidad cuando una IA produce resultados erróneos o perjudiciales. Si un algoritmo optimiza un proceso en la investigación química y resulta en un compuesto inestable, ¿quién es el responsable del fallo: el científico que diseñó el experimento, los desarrolladores del modelo de IA o la propia máquina.

Además, existe el riesgo de sesgos inherentes en los datos utilizados para entrenar los modelos de IA. Si estos datos reflejan desigualdades o estereotipos, la IA podría perpetuar o incluso amplificar estas injusticias, llevando a resultados que no son equitativos. Este dilema es particularmente relevante en campos como la medicina, donde un sesgo en el análisis de datos puede afectar el tratamiento de diferentes grupos poblacionales.

Por otro lado, la automatización impulsada por la IA plantea preocupaciones sobre la pérdida de empleo en algunas áreas de la ciencia y la investigación. La sustitución de la mano de obra humana por

sistemas automatizados puede llevar a una desvalorización del trabajo científico, creando un ambiente en el que los investigadores se convierten en meros supervisores de máquinas en lugar de innovadores activos.

Aunque la IA ha demostrado ser eficaz en el análisis de grandes volúmenes de datos y en la identificación de patrones, su capacidad para generar nuevo conocimiento es más limitada. La creatividad, la intuición y la capacidad de formular hipótesis son características humanas que no pueden ser replicadas completamente por máquinas. Además, hay áreas en la física y la química donde las teorías aún son incompletas o donde se requieren enfoques teóricos que trascienden el análisis cuantitativo. La IA puede ayudar a modelar estas teorías, pero no puede reemplazar la comprensión profunda y el pensamiento crítico que los científicos aportan al proceso de descubrimiento.

La incapacidad de la IA para entender conceptos abstractos también implica que, para avanzar en ciertas disciplinas, se requerirá el aporte humano. Esta colaboración entre la IA y el intelecto humano es la clave para superar las fronteras del conocimiento, pero plantea la pregunta: ¿cómo se puede optimizar esta colaboración para que la inteligencia artificial sea una herramienta útil en lugar de un competidor. Entonces, la inteligencia artificial promete revolucionar el desarrollo de las ciencias exactas, es fundamental abordar los retos éticos y las limitaciones inherentes a su implementación. Solo así se podrá asegurar que sus beneficios se distribuyan equitativamente y que se fomente un avance auténtico del conocimiento.

Para Tramallino y Zeni (2024), el futuro de la inteligencia artificial (IA) en las ciencias exactas promete ser transformador, ofreciendo nuevas herramientas y enfoques que pueden revolucionar la forma en que se llevan a cabo la investigación y el desarrollo en disciplinas como la matemáticas, la física y la química. Con el continuo avance de la tecnología, la IA está preparada para jugar un papel crucial en la búsqueda de soluciones a problemas complejos y en la comprensión de fenómenos aún no del todo claros en estas áreas.

Los algoritmos de aprendizaje automático están capacitados para identificar patrones en vastas cantidades de datos, lo que permite hacer predicciones y generar nuevas conjeturas. Instancias como el uso de redes neuronales para probar teoremas matemáticos o para resolver ecuaciones diferenciales complejas están ganando terreno. Esta capacidad de procesamiento puede acelerar significativamente el tiempo que se necesitan para alcanzar resultados o validar hipótesis matemáticas.

Los físicos están comenzando a utilizar algoritmos de inteligencia artificial para interpretar datos experimentales, especialmente en áreas como la astrofísica y la física de partículas. El uso de IA en el análisis de datos del gran colisionador de hadrones (LHC) ha permitido una mejor detección de partículas y la búsqueda de nuevos fenómenos, como la materia oscura. Además, la creación de modelos predictivos más precisos podría ayudar a entender fenómenos naturales complejos, lo que podría conducir a grandes avances en la ciencia física.

En el campo de la química, la IA está facilitando el descubrimiento de nuevos compuestos y materiales. Utilizando técnicas de aprendizaje profundo, los investigadores pueden predecir las propiedades de las moléculas antes de ser sintetizadas, lo que ahorra tiempo en el laboratorio. Esto es especialmente útil en la búsqueda de nuevos fármacos y materiales sostenibles, donde las propiedades deseadas pueden ser complejas y multidimensionales. La simulación de reacciones químicas también se ve beneficiada, permitiendo una mejor comprensión de los mecanismos en juego (Reizer et al., 2022).

La toma de decisiones automatizada plantea interrogantes sobre la transparencia y la responsabilidad. Además, la posibilidad de que la IA reemplace el trabajo humano en ciertos aspectos es un tema de debate que necesita ser considerado. También será crucial abordar la reproducibilidad de los modelos de IA, especialmente en campos donde los resultados experimentales deben ser verificables y reproducibles. Los científicos deben ser conscientes de las limitaciones de la inteligencia

artificial y desarrollar estrategias para integrar la IA de manera que complemente, y no reemplace, el pensamiento crítico humano.

Dado que avanzamos hacia un futuro donde la inteligencia artificial se convierta en un aliado en el desarrollo de las ciencias exactas, la colaboración entre científicos, ingenieros y expertos en IA será fundamental. Con un enfoque ético y responsable, la IA tiene el potencial de llevar a las ciencias exactas a nuevas alturas, desvelando misterios que hasta ahora han permanecido en la sombra y acelerando la innovación como nunca antes.

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta fundamental en el desarrollo y avance de las ciencias exactas, transformando la manera en que se realizan investigaciones y se resuelven problemas. La integración de la IA en disciplinas como las matemáticas, la física y la química ha permitido acelerar procesos y mejorar la precisión de los resultados, aperturando nuevas vías de exploración científica que antes eran inimaginables.

La aplicación de algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje automático ha cambiado la dinámica tradicional de las investigaciones científicas. Los matemáticos, ahora cuentan con herramientas capaces de abordar problemas complejos que requerían años de trabajo humano en cuestión de minutos. A través de la IA, es posible encontrar patrones en grandes volúmenes de datos y resolver ecuaciones que, hasta hace poco, se consideraban intratables. Este avance fomenta la colaboración interdisciplinaria, ya que los investigadores pueden compartir sus hallazgos y metodologías más fácilmente.

En el campo de la física, la IA ha demostrado ser una aliada excepcional. Las simulaciones computacionales que se utilizan para modelar fenómenos físicos complejos se han beneficiado enormemente de algoritmos de IA, que permiten realizar predicciones más precisas y rápidas. Esto ha sido especialmente relevante en áreas como la mecánica cuántica, donde la naturaleza probabilística y a menudo contraintuitiva

de las partículas subatómicas se puede explorar de manera más efectiva mediante modelos desarrollados con IA (Chen et al., 2024). A medida que la comprensión de estos fenómenos progresa, también se vislumbran nuevas aplicaciones tecnológicas que podrían surgir como resultado.

En la química, la inteligencia artificial ha revolucionado la manera en que se realizan descubrimientos de nuevos compuestos y fármacos. A través de la simulación molecular y el aprendizaje profundo, los investigadores pueden explorar vastos espacios químicos y predecir la viabilidad de nuevas moléculas antes de realizar costosos y prolongados experimentos de laboratorio (Valdiviezo, 2023). Este enfoque ha atenuado la necesidad de pruebas repetidas y ha acelerado el desarrollo de nuevos medicamentos, lo cual es crucial en un contexto global donde se requieren soluciones rápidas para enfermedades emergentes.

La dependencia de la IA plantea preguntas sobre la interpretación de resultados, la responsabilidad en la toma de decisiones y las implicaciones de confiar en sistemas automatizados. Además, la brecha entre quienes tienen acceso a estas tecnologías y quienes no podría profundizar aún más las desigualdades existentes en la investigación científica.

En general, la inteligencia artificial está redefiniendo los límites de las ciencias exactas, aportando soluciones innovadoras y eficaces a problemas que antes parecían insuperables. La colaboración entre científicos, ingenieros y especialistas en ética será esencial para garantizar que los avances tecnológicos se utilicen de manera que enriquezcan nuestro entendimiento del universo y mejoren la calidad de vida en todo el mundo.

## Conclusiones

La inteligencia artificial (IA) se ha establecido como una herramienta esencial para el progreso tecnológico en el siglo XXI y su impacto abarca múltiples aspectos de la vida. Ofrece oportunidades y desafíos en el contexto de sostenibilidad, crecimiento económico y gobernanza, además de plantear dilemas éticos en las ciencias exactas. Desde la perspectiva del desarrollo sostenible, la IA es vital para optimizar el uso de recursos naturales y reducir la huella de carbono.

A través de la gestión eficiente del agua, la energía y otros recursos, la IA promueve prácticas sostenibles en diversas industrias. No obstante, es crucial que la implementación de estas tecnologías no comprometa la sostenibilidad ambiental. El libro examinó los beneficios y riesgos derivados del avance de la IA, destacando su papel en la búsqueda de un desarrollo más sostenible. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y aprender de patrones permite una mayor eficiencia, pero el impacto ambiental asociado y el uso intensivo de energía en la formación de modelos deben ser considerados.

Además, surgen interrogantes sobre la responsabilidad en las decisiones de la IA, cuestionando quién debe rendir cuentas en caso de fallos. La utilización de la IA en el ámbito militar también genera preocupaciones éticas sobre el uso autónomo de armamento. Por ende, la regulación de la IA es esencial para que su desarrollo se alinee con intereses públicos. Existen múltiples desafíos legales, que van desde la protección de datos hasta la responsabilidad ante el mal funcionamiento de sistemas. Se necesita un marco político flexible que responda rápidamente a la evolución tecnológica.

La integración de la IA en las ciencias básicas y exactas debe llevarse a cabo bajo principios éticos sólidos, promoviendo la transparencia y la responsabilidad, lo que garantizará que la IA avance como un motor de progreso y no como una fuente de desigualdad. En

conclusión, un enfoque colaborativo es crucial para abordar esta complejidad y la IA actúa como un facilitador en el proceso educativo que ayuda a automatizar tareas que tradicionalmente requerían intervención humana. Esto libera tiempo y recursos que pueden ser aprovechados para enfocarse en el desarrollo de habilidades más complejas, fomentando así un ciclo virtuoso de aprendizaje continuo.

## Bibliografía

Álvarez-Sepúlveda, H.A. (2023). La Inteligencia Artificial como Catalizador en la Enseñanza de la Historia: Retos y Posibilidades Pedagógicas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 318-325. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.426>

Arbeláez-Campillo, D.F., Villasmil Espinoza, J.J., y Rojas-Bahamón, M.J. (2021). Inteligencia artificial y condición humana: ¿Entidades contrapuestas o fuerzas complementarias?. *Revista De Ciencias Sociales*, 27(2), 502-513. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i2.35937>

Ayuso del Puerto, D., y Gutiérrez Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>

Bandi, A., Adapa, P.V.S.R., y Kuchi, Y.E.V.P.K. (2023). El poder de la IA generativa: una revisión de requisitos, modelos, formatos de entrada y salida, métricas de evaluación y desafíos. *Future Internet* , 15 (8), 260. <https://doi.org/10.3390/fi15080260>

Bengio, Y. (2018). *Resistir a la monopolización de la investigación. El Correo de la UNESCO: Inteligencia Artificial, promesas y amenazas*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa)

Bolaño-García, M., y Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática Del Uso De La Inteligencia Artificial En La educación. *Rev Colomb Cir.*, 39, 51-63

Breceda Pérez, J.A. (2024). La dignidad humana frente a la inteligencia artificial: un análisis ético y normativo en América Latina. *Trayectorias Humanas Trascontinentales*, (18). <https://doi.org/10.25965/trahs.6367>

Chen Cheng, C., Chung , E., Correa , N., Martínez Soto A., y Chen Cheng, A. (2024). La Revolución de la IA: Un Análisis Cualitativo de sus

Implicaciones en la Física Conceptual. *REICIT*, 3(2), 170–182.  
<https://doi.org/10.48204/reict.v3n2.4687>

Clemente Alcocer , A.A., Cabello Cabrera, A., y Añorve García, E. (2024). La inteligencia artificial en la educación: desafíos éticos y perspectivas hacia una nueva enseñanza. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(6), 464 – 472.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3019>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina Algunos casos de buenas prácticas (LC/L.3545 2012-809)*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/7be78858-1bdf-4c59-b7d2-78532198900b/content>

Cornejo Cachay, D.L. (2023). La inteligencia artificial y su incidencia en el mercado laboral peruano. *Revista De Derecho Procesal Del Trabajo*, 6(8), 179-214. <https://doi.org/10.47308/rdpt.v6i8.752>

Cruz Pérez, M.A., Pozo Vinueza, M.A., Andino Jaramillo, A.F., y Arias Parra, A.D. (2018). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como forma investigativa interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación de los estudiantes. *E-Ciencias De La Información*, 9(1). <https://doi.org/10.15517/eci.v1i1.33052>

García Peñalvo, F.J., Llorens-Largo, F., y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9–39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>

Hinojosa, J., Catacora, E., y Mamani, J. (2024). *Bitácora de Herramienta Digitales: la inteligencia artificial en la investigación y las producciones académicas*. Guarujá: Editora Científica LTDA

Lanzagorta-Ortega, D., Carrillo-Pérez D.L., y Carrillo-Esper, R. (2022) Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. *Gac. Méd. Méx.*, 158(Suppl 1), 17-21.

Martinez, R., Palma, A., y Velásquez, A. (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social: reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina, serie Políticas Sociales, N° 233 (LC/TS.2020/88)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Mayol Martínez, J. (2024). Impacto de la Inteligencia Artificial generativa en la publicación científica. *Enfermería Nefrológica*, 27(3), 187–188. <https://doi.org/10.37551/S2254-28842024019>

Medinaceli Díaz, K.I, y Silva Choque, M.M. (2021). Impacto y regulación de la Inteligencia Artificial en el ámbito sanitario. *Revista IUS*, 15(48), 77-113. <https://doi.org/10.35487/rius.v15i48.2021.745>

Mejía, J.A., y Pino, L.E. (2021). El encuentro entre la medicina y la matemática. *Revista Medicina*, 4(135), 497-513

Menacho Ángeles, M.R., Pizarro Arancibia, L.M., Osorio Menacho, J.A., Osorio Menacho, J.A., y León Pizarro, B.L. (2024). Inteligencia artificial como herramienta en el aprendizaje autónomo de los estudiantes de educación superior. *Revista InveCom*, 4(2), e040258. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10693945>

Monasterio Astobiza, A. (2021). Inteligencia Artificial para el bien común (AI4SG): IA y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Arbor*, 197(802), a629. <https://doi.org/10.3989/arbor.2021.802007>

Montes, R., Melero, F.J., Palomares, I., Alonso, S., Chiachío, J., Chiachío, M., Molina, D., Martínez-Cámara, E., Tabik, S., y Herrera, F. (2021). *Inteligencia Artificial y Tecnologías Digitales para los ODS*. Granada: Real Academia de Ingeniería, Universidad de Granada

Morales Jasso, G., Rodríguez López, A., y Saury de la Garza, C.I. (2021). Clasificación de las ciencias y otras áreas del conocimiento, una

problematización. *IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH*, 12, e1354.

[https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v12i0.1354](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1354)

Naciones Unidas (UN). (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

Naciones Unidas (UN). (s/f). Sostenibilidad. *Naciones Unidas (UN)*. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Patel, K. (2024). Ethical Reflections On Data-Centric AI: Balancing Benefits And Risks. *SSRN*, 2(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4993089>

Porcelli, A.M. (2020). La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 6(16), 49-105. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v6i16.286>

Raraz-Vidal J., Escobedo Hinostraza A., y Raraz-Vidal O. (2023) El impacto de la inteligencia artificial en la administración de la salud. *Rev. Peru. Investig. Salud*, 7(4), 1-7. <https://doi.org/10.35839/repis.7.4.2005>

Román Cañizares, G.N. (2024). El Rol de la IA en la Enseñanza de Matemáticas en Entornos Virtuales. *Reincisol*, 3(6), 2111-2133. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)2111-2133](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)2111-2133)

Saavedra, C., Jáuregui, K., y Arista, L. (2023). La incidencia del sesgo algorítmico en la justicia predictiva del sistema judicial. (2023). *TZHOECOEN*, 15(2), 79-97. <https://doi.org/10.26495/tzh.v15i2.2592>

Sánchez Acevedo, M.E. (2022). La inteligencia artificial en el sector público y su límite respecto de los derechos fundamentales. *Estudios*

*constitucionales*, 20(2), 257-284. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002022000200257>

Torres-Chávez, T.H., y Medina Romero, M. (2024). Incidencia de la inteligencia artificial en los derechos humanos: desafíos y oportunidades para el Estado mexicano. *Transdigital*, 5(10), e363. <https://doi.org/10.56162/transdigital363>

Tramallino, C.P., y Zeni, A.M. (2024). Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. *Educación*, 33(64), 29-54. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.m002>

Trisna, K.W., y Jie, H.J. (2022). Enfoque de aprendizaje profundo para la clasificación de sentimientos basada en aspectos: una revisión comparativa. *Inteligencia artificial aplicada*, 36 (1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2021.2014186>

UNESCO (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. París: UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381133/PDF/381133eng.pdf.multi.page=62>

UNESCO IESALC. (2021). *Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*. Caracas: UNESCO IESALC. Available at <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>

UNESCO IESALC. (2023a). *ChatGPT and Artificial Intelligence in higher education: Quick start guide*. Caracas: UNESCO IESALC. Available at <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146>

UNESCO IESALC. (2023b). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. Caracas: UNESCO IESALC. Available at <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227>

Valdiviezo, J. (2023). La Química Farmacéutica en la Era Digital: Transformando el Diseño de Medicamentos con Métodos Computacionales. *Revista de Química*, 2023, 37 (2), 11-20. <https://doi.org/10.18800/quimica.202302.002>

De esta edición de *“Inteligencia artificial: Desde el desarrollo sostenible, económico y de gobernanza, hasta la ética de la investigación en ciencias exactas”* se terminó de editar en la ciudad de Colonia del Sacramento, República Oriental del Uruguay, el 26 de diciembre del año 2024.

# **INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DESDE EL DESARROLLO SOSTENIBLE, ECONÓMICO Y DE GOBERNANZA, HASTA LA ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS EXACTAS**



ISBN: 978-9915-9752-1-4

URUGUAY - 2024



9 789915 975214