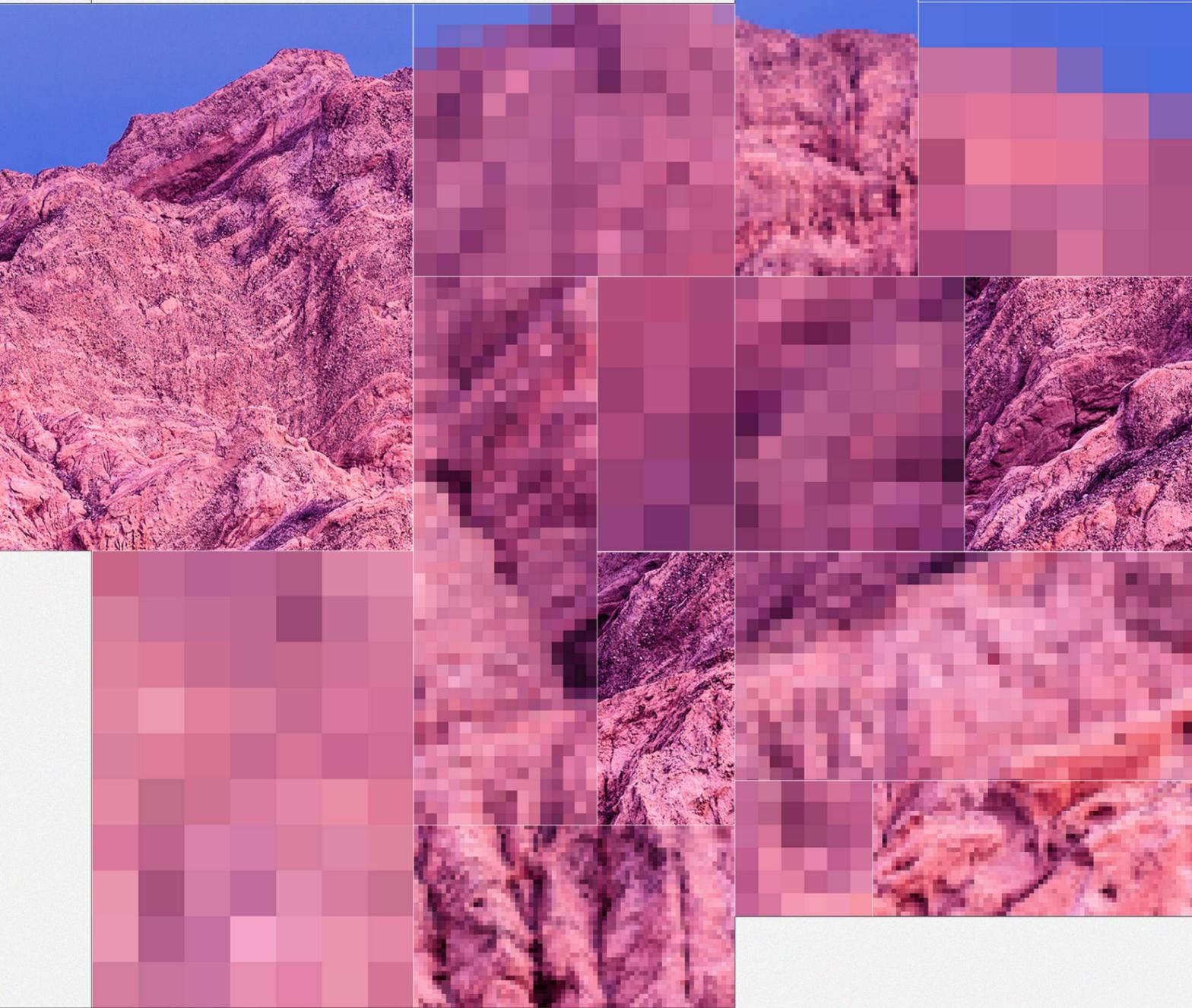


Futuro de la Inteligencia Artificial en Latinoamérica

Capítulo F

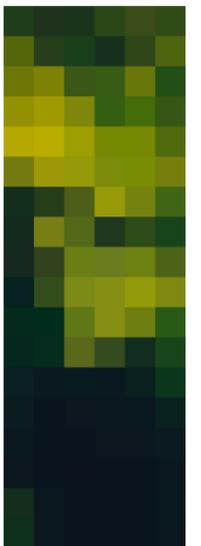


F.1 Presentación del capítulo

Este capítulo se propone analizar en profundidad las proyecciones futuras de la IA para América Latina y el Caribe en un contexto global. Se buscará determinar cómo la región puede aprovechar al máximo el potencial de esta tecnología en el marco de sus sistemas nacionales de innovación. Asimismo, se examinarán las barreras y obstáculos que puedan estar frenando el desarrollo pleno de la IA en la región. Por otra parte, se ofrece una visión del estado del arte y la práctica en las que se consideran tendencias dominantes de la disciplina desde la perspectiva académica, y se proponen elementos a los cuales poner atención en los próximos años, particularmente desde el contexto regional.

El enfoque metodológico empleado en la primera sección considera la participación activa de expertos y actores clave de la industria en Latinoamérica y la combinación de métodos de análisis para su interpretación y síntesis. De esta manera, se asegurará una comprensión holística y contextualizada de la situación de la IA en la región. En la segunda sección, se realizó una revisión de literatura y se convocaron académicos y académicas con trayectoria para consultar las tendencias más relevantes.

Este capítulo busca contribuir al fortalecimiento de la IA en Latinoamérica y fomentar su participación activa en futuros informes globales. Tanto los hallazgos identificados en los espacios participativos como también en la reflexión de académicos respecto a tendencias científicas relevantes, reflejan que los desafíos globales de la IA son similares a los que se identifican para la región, pero que adquieren ciertos elementos particulares cuando se analizan bajo la óptica local. Desarrollar sistemas basados en datos únicos, construir esquemas de gobernanza y regulación multilateral, o invertir en conectividad e infraestructura para reducir las brechas, son algunos de los desafíos globales que deben ser abordados considerando el contexto regional.



F.2 Principales Hallazgos

Priorizar la inversión en conectividad y capacidad de cómputo de la región. Es urgente que la región invierta en reducir las brechas en conectividad y el acceso a cómputo especializado, sin depender de corporaciones del Norte Global. En particular, se plantea la necesidad de fortalecer el acceso a internet de alta velocidad para no aumentar desigualdades estructurales y permitir una implementación efectiva de la IA.

Fortalecer los sistemas educativos en forma integral de manera urgente. Un enfoque educativo sólido y continuo es esencial para enfrentar los retos que plantea la IA, desde la etapa inicial hasta los mecanismos de reconversión laboral. Esta estrategia se revela como clave no sólo para enfrentar la automatización, sino también para combatir la fuga de talento, impulsar la I+D+i, impactando en las matrices productivas de la región.

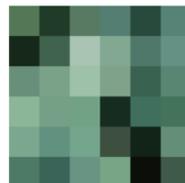
Fomentar la colaboración transfronteriza y generar repositorios de datos regionales: Las y los expertos resaltaron la importancia de establecer colaboraciones multiculturales entre países para contar con repositorios de datos más completos. La diversidad en la región permite desarrollar sistemas de IA que reflejen las particularidades y desafíos específicos de cada país y recojan elementos comunes regionales.

Fortalecer la cooperación regional a nivel de gobernanza e investigación. Se enfatizó la necesidad de fortalecer la cooperación regional para evitar el colonialismo tecnológico y regulatorio. Al colaborar entre países, se protegen los intereses de la región. Para esto se plantea la creación de institucionalidad multilateral que coordine y financie investigación en torno a desafíos regionales y promueva una reflexión regulatoria armónica con la idiosincrasia de cada país.

Avanzar urgentemente en regulación de la IA o de los sectores críticos que puedan ser afectados por esta. Las y los expertos enfatizan la necesidad apremiante de una regulación sólida que aborde los riesgos y desafíos de la IA antes de que estos superen las oportunidades en la región. Protección de datos, transparencia y gobernanza multilateral son clave y urgentes. Es necesario que en este proceso se aprenda de la experiencia regulatoria del Norte Global sin caer en una mimetización.

Promover desarrollos basados en características únicas de la región. Se subrayó la importancia de fomentar sistemas de la basados en características únicas. Aprovechar la diversidad de idiomas, biodiversidad y uso de energías renovables puede impulsar proyectos innovadores y sostenibles en el campo de la IA y generar ventajas competitivas a nivel global.

Promover el desarrollo y uso de IA orientados a desafíos sociales. Se enfatizó la importancia de establecer orientaciones e incentivos para aprovechar el potencial que tiene la IA de transformar la sociedad latinoamericana de diversas maneras, desde la mejora de los servicios públicos hasta el impulso de la innovación en diferentes sectores.

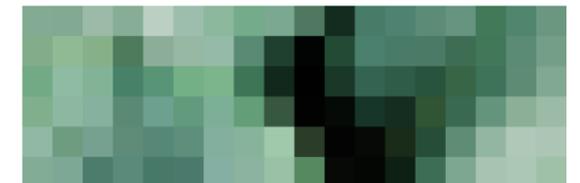


Existe una preocupación transversal por el creciente poder de las corporaciones. Se discutió la necesidad de establecer marcos regulatorios adecuados para proteger los derechos de las personas, evitar sesgos algorítmicos y garantizar la transparencia y rendición de cuentas en el uso de la IA, especialmente por el control ejercido por las corporaciones que desarrollan los sistemas y su preponderancia en el Norte Global.

La IA puede ampliar las brechas de la región si no se atienden las condiciones estructurales que las generan. Se destacaron las brechas existentes en términos de capacidades, acceso a la tecnología y recursos financieros en Latinoamérica. Las y los expertos expresaron su preocupación por la posibilidad de que la adopción de la IA profundice las desigualdades, tanto a nivel de países (desarrollados vs. el resto) como a nivel de los individuos.

Se debe trabajar en una institucionalidad que permita la colaboración de la industria, el sector público y la academia. Los grupos focales resaltaron la importancia de la colaboración entre los actores del sector público, privado y académico para impulsar el desarrollo de la IA. Sin embargo, se discutió la falta de esquemas de colaboración, los incentivos desalineados, la ausencia de financiamiento, la ausencia de institucionalidad y la desconfianza.

La corrupción y falta de confianza emergen como riesgos significativos para el desarrollo ético de la IA. La preocupante debilidad institucional y la corrupción han socavado la confianza ciudadana, lo cual impacta directamente en el desarrollo de los ecosistemas de innovación. Es fundamental abordar estas cuestiones para fomentar un ambiente propicio que garantice el uso ético y responsable de la IA en Latinoamérica, promoviendo una mayor colaboración entre los distintos actores para superar estos desafíos.



F.3 Metodología y resultados

Para la elaboración de este capítulo, se identificaron cuáles eran los ámbitos donde la IA podría tener un impacto más significativo considerando el contexto latinoamericano. Se definieron 6 ámbitos específicos:

- A. Educación
- B. Salud
- C. Participación ciudadana y democracia
- D. Cambio climático y biodiversidad
- E. Automatización
- F. Investigación académica

Estos tópicos fueron definidos a través de consultas a informantes clave del sector público, privado, academia y organismos internacionales en América Latina, siendo identificados como aquellos donde existe más potencial de impacto de la IA en la vida social.

Para cada tópico específico se convocó un grupo de expertos y expertas para participar en un grupo focal, donde se discutió en torno a los escenarios futuros, optimistas y pesimistas, los elementos que condicionarán alcanzar cada uno de los escenarios, y el papel de América Latina en el panorama global de la IA. En los grupos focales participaron expertos y expertas de Bolivia, Chile, Colombia, México, Argentina, Brasil, Costa Rica y Uruguay. La diversidad de países presentes en la discusión permitió una aproximación regional, que recogiendo las vivencias y contextos específicos de cada participante, permite una visión general sobre los desafíos que se exponen a continuación:



A. Educación

Se abordó un escenario optimista respecto a la personalización del aprendizaje. Se exploraron posibilidades de potenciar el desarrollo de habilidades y del cambio del rol docente a mentores y acompañantes en la experiencia de aprendizaje de las y los estudiantes. Asimismo, se discutió sobre el potencial de nuevas herramientas que permitan una educación más global, como la traducción instantánea, y cómo esto podría mejorar el acceso.

Por otro lado, las y los expertos manifestaron su preocupación acerca de cómo la personalización y el uso de tecnología podrían impactar en el desarrollo socioemocional de los niños. Esto podría llevar a una reducción en el espacio para la contextualización del aprendizaje y a una exacerbación de la individualidad por encima del aspecto social. Además, surgió la inquietud sobre una posible disminución del interés en la carrera docente debido a la automatización de ciertos procesos, lo que a largo plazo podría profundizar la desigualdad al limitar el acceso a la tecnología y exacerbar las brechas sociales.

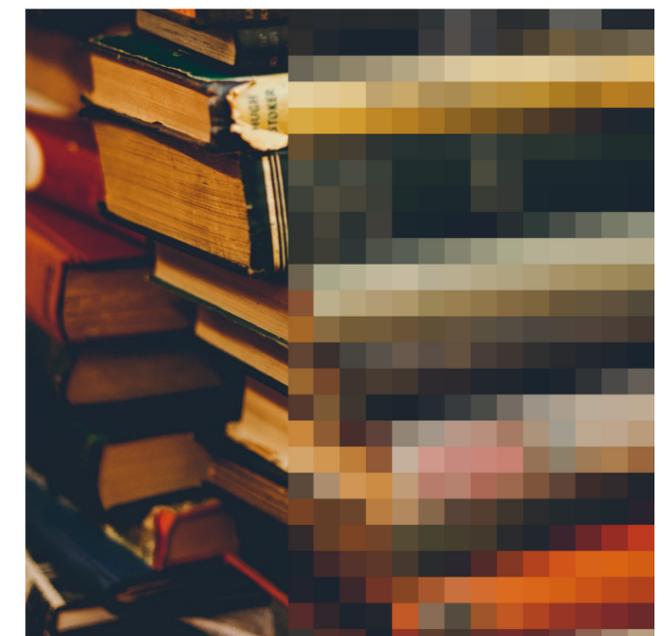
Uno de los desafíos planteados fue la necesidad de contar con docentes altamente capacitados para utilizar la tecnología de manera efectiva y guiar a los estudiantes en su uso. Esto se relaciona con la importancia de potenciar habilidades mínimas y transversales para fomentar una apropiación adecuada de los sistemas tecnológicos. En el contexto de Latinoamérica, este desafío se vuelve especialmente agudo debido a la existente brecha de docentes, en particular en áreas relacionadas con la tecnología. Asimismo, se planteó la necesidad de establecer mecanismos que permitan a la región no depender exclusivamente de los países desarrollados, para evitar nuevas formas de colonialismo tecnológico.

En relación a lo anterior, se discutió sobre el papel de los docentes más allá de impartir contenidos. Se enfatizó que las y los educadores deben adaptarse para asumir un rol más social, fundamentado en la experiencia física y palpable del mundo. Esto implica la necesidad de desarrollar habilidades digitales en los docentes y promover el pensamiento crítico y aspectos éticos relacionados con la tecnología, lo cual requerirá cambios en los planes de estudio de la formación docente. Uno de los desafíos más apremiantes identificados fue la democratización del acceso a factores habilitantes básicos como la conectividad y la capacidad de cómputo. Se mencionaron países de Latinoamérica donde los establecimientos educacionales carecen de acceso a internet o incluso de electricidad, lo cual impide aprovechar los beneficios de la IA. En la misma línea, se

constató que el capital social de las familias incide en la capacidad de adoptar estas tecnologías, lo que podría agravar problemas estructurales de las sociedades latinoamericanas.

En términos de oportunidades, se enfatizó en la riqueza y diversidad cultural de Latinoamérica, así como en el idioma común que se habla en gran parte del continente. Esto podría significar un elemento distintivo para entrenar sistemas y desarrollar una visión propia sobre la IA en la educación a escala regional. También se planteó la posibilidad de desarrollar herramientas de monitoreo y control de aula que apoyen la labor docente. Además, se consideraron herramientas que permitan automatizar procesos como las evaluaciones, lo que liberaría tiempo de los docentes en ese tipo de actividades.

Finalmente, se reflexionó sobre cómo debería cambiar la forma en que se piensa la educación y la tecnología. Se propone una visión donde la educación integre y guíe el uso adecuado de la tecnología. Esto implica un llamado a pensar de manera holística cómo incorporar los nuevos sistemas en los circuitos educativos, que varían significativamente según los ingresos y recursos de los hogares, así como entre contextos rurales y urbanos, las jerarquías presentes en los establecimientos y las distintas filosofías educativas. Se destaca la importancia de adaptar la tecnología para fortalecer los procesos de aprendizaje, fomentar la equidad y enriquecer la experiencia educativa, respetando la diversidad y particularidades de cada entorno educacional.



B. Salud

Se abordó un escenario optimista en el cual la combinación de nanotecnología e inteligencia artificial generaría un sistema inmune artificial altamente efectivo para combatir enfermedades, especialmente el cáncer. También se exploró la posibilidad de una medicina personalizada, que monitoree constantemente datos vitales para prevenir problemas de salud, y la incorporación de robots de alta precisión en los tratamientos médicos. Asimismo, se discutió la perspectiva de mejorar las capacidades cognitivas mediante sistemas de IA.

Por otro lado, se planteó la preocupación acerca de una creciente desigualdad en la que el acceso a estos sistemas podría determinar distintos niveles de capacidad en las personas. Esta desigualdad no solo se vincularía con temas socioeconómicos, sino también con la representación de diversos grupos en los datos utilizados para entrenar los sistemas de IA. Además, se mencionó la posibilidad de que la automatización en el tamizaje y el reemplazo de médicos como primer contacto en la atención de salud genere temor en la población y resistencia entre los profesionales de la salud.

Se consideraron avances relevantes en los próximos años como la cirugía robótica de alta precisión, el uso de IA en el diseño de nuevos fármacos (tanto personalizados como genéricos) y la realidad aumentada y virtual integrada con sistemas de IA para entrenamiento, procedimientos y apoyo en el diagnóstico médico, aunque ninguno de estos desarrollos se asoció específicamente con la región de Latinoamérica. Por lo tanto, surgió el desafío de no solo ser consumidores de tecnología, sino buscar oportunidades únicas donde Latinoamérica pueda aportar más que solo la adaptación de tecnologías ya existentes.

A partir de ello se abordó la oportunidad que existe en Latinoamérica de entrenar modelos en otros idiomas y contextos culturales. Además, la región cuenta con enfermedades específicas y poco estudiadas (como el Chikungunya) que podrían contribuir al desarrollo de sistemas más robustos. Asimismo, existen elementos comunes en términos de alimentación y enfermedades prevalentes que podrían facilitar la adaptación y desarrollo de sistemas de IA en salud específicos para la región. Se identificaron barreras relevantes, entre ellas el posible rechazo de algunos profesionales de la salud hacia la implementación de sistemas de IA, especialmente en roles de tamizaje inicial y atención primaria. No obstante, se analizó que, dada la falta de profesionales de la salud en la región, la implementación adecuada de sistemas de IA podría convertirse en una oportunidad para mejorar la capacidad de atención.



A nivel administrativo y financiero, se señaló la importancia de establecer marcos de gobernanza e institucionalidad que protejan los datos de los individuos, pero que también fomenten la innovación en el ámbito de la salud en Latinoamérica. Existe un déficit importante en recursos financieros para la investigación y el desarrollo, en comparación con países desarrollados. Además, se planteó la necesidad de mejorar los modelos de colaboración entre la industria y la academia en la región.

Se destaca el posible impacto negativo en el desarrollo de sistemas de IA en salud específicos para Latinoamérica. Los modelos basados en datos predominantemente del Norte Global podrían tener un bajo rendimiento en regiones del Sur Global, como Latinoamérica, donde existen diferentes enfermedades, climas y condiciones socioeconómicas. Por tanto, la adaptación o desarrollo de modelos locales se presenta como una oportunidad importante que, con los recursos adecuados, debe fomentarse en la región. En línea con lo anterior, se enfatiza la necesidad de establecer redes de colaboración a nivel regional entre la academia, el sector público y la industria en el ámbito de la salud. Se mencionaron iniciativas que promuevan estudios interculturales y avancen en la digitalización de los datos de salud, tanto a nivel nacional como regional, para mejorar el acceso y el intercambio de información relevante en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la salud en Latinoamérica.

C. Participación ciudadana

Se discutió en torno a un escenario optimista en el cual los sistemas de gobierno y políticas públicas se basarían en mayor medida en evidencia, lo que podría impulsar una ciudadanía más informada y comprometida con la toma de decisiones. Además, se discutieron elementos que los participantes no pudieron clasificar claramente como positivos o negativos. Uno de estos elementos fue la automatización de decisiones a través, en lugar de depender únicamente de decisiones humanas. Esto podría significar el fin de la democracia representativa tal como se conoce, dando paso a estructuras basadas en datos generados por los ciudadanos.

Esta posibilidad presenta el potencial de distribuir el poder entre los ciudadanos y acercarse a modelos más directos, pero también plantea el desafío de asegurar que los sistemas de IA no sustituyan la voluntad humana y que no se utilicen datos de comportamiento de manera manipulativa. Ante esto, se consideró que si los procesos no avanzan en el campo de la transparencia y explicación, podrían volverse cada vez más opacos, lo que eliminaría cualquier posibilidad de rendición de cuentas por parte del Estado hacia los ciudadanos.

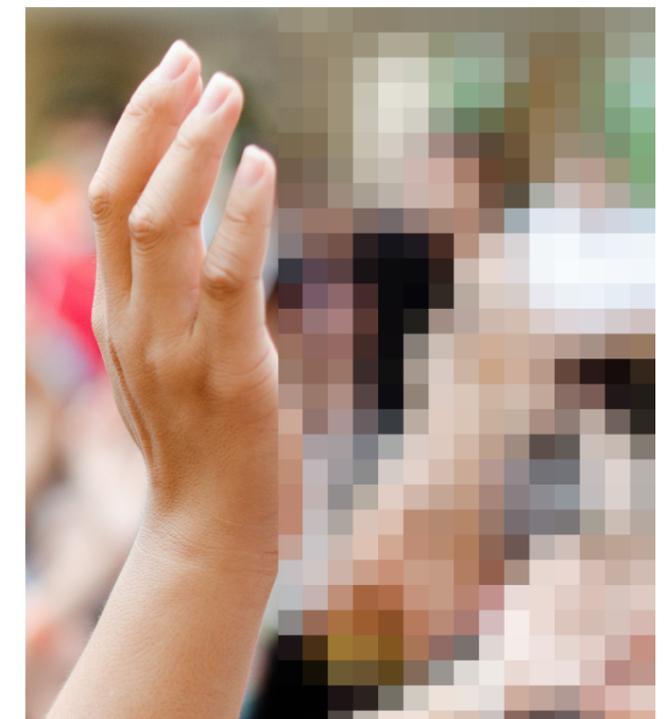
Por otro lado, se expresó preocupación sobre el dominio de grandes corporaciones y una filosofía data-céntrica. Esto podría poner en entredicho a individuos o grupos que no generen los datos esperados y resultar en mecanismos de control y exclusión disfrazados de objetividad técnica y matemática.

Ante esto, se discutió la necesidad de avanzar en regulaciones tanto para los sistemas de IA como para la protección de datos personales, la ciberseguridad y las compras públicas, entre otras áreas relevantes. No obstante, se reconoció el poder que tienen las corporaciones y la influencia de las regulaciones provenientes de países desarrollados. Esto podría ejercer presión para que Latinoamérica adopte marcos normativos que no se ajusten a sus características socioculturales. Para contrarrestar este riesgo de excesivo colonialismo tecnológico y regulatorio, se destacó la importancia de una mayor colaboración regional y el fortalecimiento de los marcos institucionales.

Un mecanismo de fortalecimiento propuesto en esa línea es que los sistemas de IA pueden ser utilizados para mejorar la transparencia y rendición de cuentas hacia la ciudadanía. Si se aplican de manera ética y responsable, estos sistemas pueden convertirse en herramientas para combatir la corrupción, aumentar la confianza en las instituciones gubernamentales y promover la participación y comprensión de los procesos políticos.

Se identificó como un desafío tanto global como regional el desarrollo de capacidades y conocimientos en el aparato público para adquirir y/o desarrollar sistemas de IA. Aunque existen iniciativas exitosas en la región, como el Proyecto de Algoritmos Éticos, Responsables y Transparentes en Chile o la estrategia de la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento en Uruguay, se subrayó la necesidad de fortalecer la institucionalidad y la normativa para enfrentar este desafío.

Específicamente en el ámbito de la participación ciudadana, se observó que los sistemas de IA pueden contribuir no solo al procesamiento de grandes volúmenes de información cualitativa, sino también a proporcionar a legisladores y formuladores de políticas públicas mejor información sobre posiciones y propuestas ciudadanas.



D. Cambio climático

En el escenario optimista planteado al principio de la discusión los sistemas de IA permiten anticipar y gestionar catástrofes naturales de manera más efectiva, lo que facilita el desarrollo de infraestructuras más resilientes ante eventos climáticos extremos. Asimismo, la IA contribuye a mitigar los impactos medioambientales, fomentando un uso más eficiente de la energía.

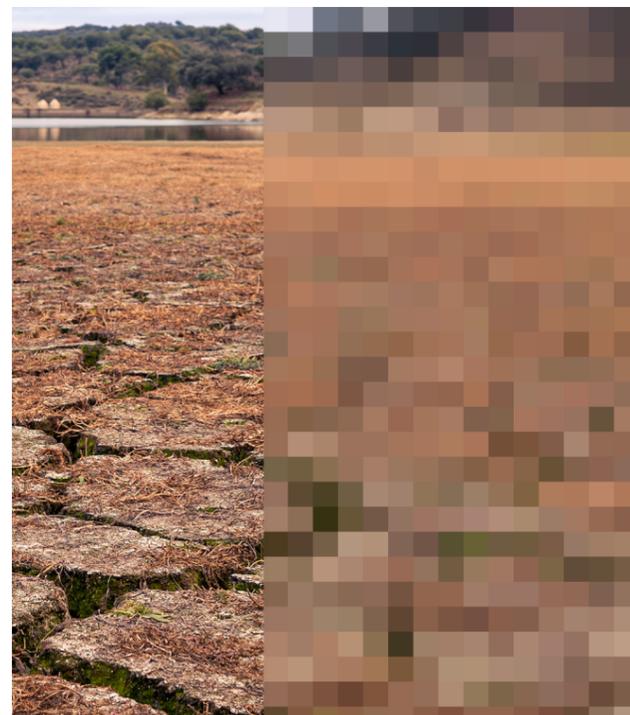
Por otro lado, se discutió la posibilidad de una desconexión progresiva de los seres humanos de los ecosistemas naturales, reduciendo la interacción con el entorno vivo a meros análisis de datos y sistemas digitales. Esto podría acelerar procesos degenerativos en los ecosistemas sin ser advertidos hasta ser irreversible. Además, se advirtió sobre el exceso de confianza en la tecnología y la aparente objetividad de los sistemas algorítmicos, lo que podría aumentar la opacidad y ocultar sesgos, impidiendo una respuesta oportuna por parte de las sociedades ante las amenazas climáticas.

Se destacó la preocupación por avances tecnológicos como los modelos de IA generativos, que requieren grandes cantidades de energía para su entrenamiento, lo que representa un riesgo global, pero podría afectar de manera más aguda a países más expuestos al cambio climático. Se hizo énfasis en que la mayoría de los desarrollos de sistemas de IA están motivados principalmente por incentivos

económicos y rara vez se consideran sus impactos en el medio ambiente

Los participantes señalaron que la cultura de Latinoamérica en relación con el medio ambiente es única y podría ser una oportunidad para el desarrollo de tecnologías centradas en la conservación y remediación. La biodiversidad y la presencia de ecosistemas únicos, como la región subantártica o la selva amazónica, podrían ser habilitadores para este tipo de desarrollos. Se consideró el desafío que representa la prevalencia de las industrias extractivas en la región y la dependencia de la exportación de materias primas, pero también se reconocen oportunidades para desarrollar tecnologías que optimicen estos procesos industriales y reducir su impacto ambiental, dada su importancia en las economías de la región.

Además, se destacó la diversidad presente en Latinoamérica como una oportunidad para desarrollar tecnologías específicas para diversas ecorregiones. Sin embargo, se señalaron los obstáculos existentes en términos de financiamiento para investigación, desarrollo, así como la fuga de talento hacia el Norte Global. A esto se suman brechas de infraestructura, como la conectividad y la capacidad de cómputo local, que deben abordarse para aprovechar plenamente el potencial de la IA en la lucha contra el cambio climático en la región.



E. Automatización

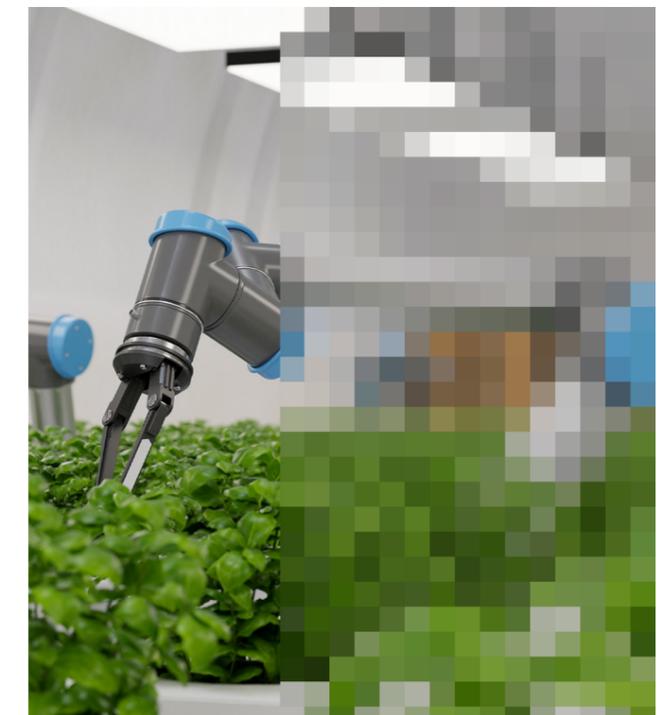
Un proceso de automatización que liberaría a las personas de trabajos indeseados, permitiéndoles dedicarse a labores de su interés y disfrutar del ocio, fue la proyección optimista que dió inicio a la reflexión. Se vislumbra una mejora en la calidad de vida, impulsada por una mayor productividad y mejor distribución del ingreso. También se enfatizó la capacidad de preservar la cultura y la memoria histórica a través de las tecnologías digitales.

Sin embargo, la preocupante consolidación de monopolios en grandes corporaciones de países desarrollados podría traducirse en un control dominante sobre las herramientas de IA y sus aplicaciones, alcanzando un poder superior al de los propios estados al controlar los factores de producción esenciales para la humanidad. Además, se advirtió que el acceso desigual a la educación podría acentuar las brechas entre países e individuos en la sociedad, generando perdedores y ganadores en el proceso de automatización. Se destacó que los procesos históricos de cambio tecnológico siempre han sido vertiginosos e incompletos, y que la aspiración de mayor equidad y productividad podría nunca materializarse, profundizando las desigualdades entre países que desarrollan la tecnología y factores de producción, y los que no. La región enfrenta una situación colonial en el desarrollo tecnológico en IA, con una integración insuficiente que deja

a los países aislados compitiendo con el Norte Global y dificultando la emergencia de desarrollos tecnológicos de vanguardia.

La educación se destaca como un aspecto crucial a nivel global para aprovechar positivamente la automatización de procesos, y surge con especial importancia para América Latina, donde la calidad de los sistemas educativos y la falta de políticas para el desarrollo de talento son brechas ineludibles. La escasez de capital humano avanzado, la fuga de talento y currículos deficientes en la educación primaria y secundaria podrían aumentar la dependencia y precarización laboral en el contexto de la automatización.

Para superar estos desafíos, es necesario que los países de la región desarrollen políticas educativas que abarquen desde la educación inicial hasta la reconversión laboral. Sin embargo, las barreras culturales y políticas, junto con altos niveles de corrupción y baja confianza, dificultan la visión a largo plazo y el compromiso entre los diferentes sectores para mejorar el sistema educativo y modernizar las estructuras productivas.



F. Investigación académica

Un elemento central de la visión optimista es la apertura de nuevos campos y oportunidades de desarrollo e innovación en conexión con la industria a través de la IA. La capacidad analítica de la IA permitiría a las y los científicos disponer de más tiempo para abordar preguntas significativas. Además, la academia podría utilizar esta tecnología para enfrentar grandes desafíos de la sociedad, como el cambio climático o la salud pública, mejorando la calidad de vida.

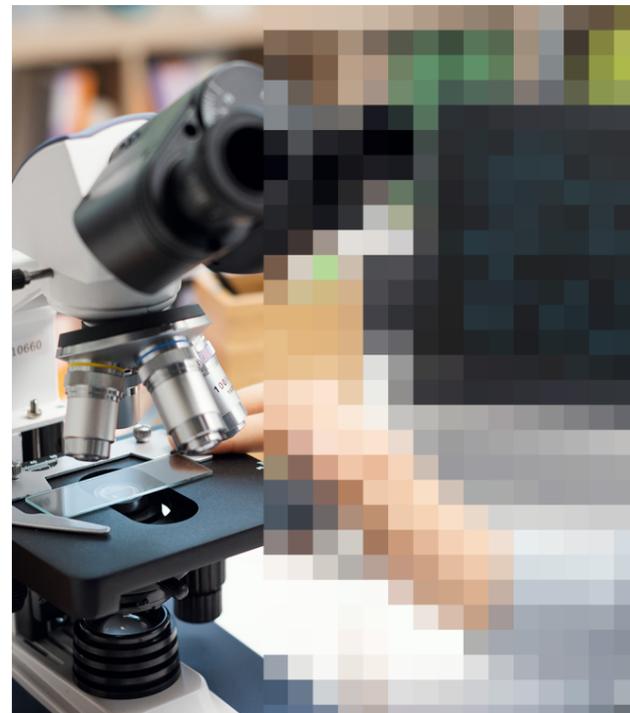
En contrapartida, el poder de orientar la investigación estaría concentrado en unas pocas instituciones con el conocimiento y capacidades, lo que aumentaría la desigualdad entre países desarrollados y el resto del mundo. Estas regiones podrían convertirse en meros sitios de prueba y consumo, sin participar en el desarrollo ni beneficiarse de él. La falta de una regulación adecuada permitiría usos no éticos, como la creación de humanos de diferente categoría mediante interfaces cerebro-máquina.

Sumado a lo anterior, en la región se enfrentan desafíos de financiamiento para la investigación y la transferencia tecnológica, lo que impacta tanto en el desarrollo de la investigación como en la distribución de talento. Con recursos más abundantes en el Norte Global, se aprecia

una significativa fuga de talento hacia países desarrollados, y pese a que algunos países latinoamericanos han implementado políticas para formar capital humano en el extranjero, la falta de mecanismos adecuados de retribución dificulta el retorno de estos talentos y su contribución plena a nivel local.

A nivel global, la industria tiene un rol preponderante en la investigación en IA, lo que influye en los incentivos, lineamientos y salvaguardas de los avances en la disciplina. Dado que estas empresas se concentran mayormente en el Norte Global, esto agudiza la brecha Norte-Sur y conlleva a una pérdida de pertinencia cultural y territorial en los sistemas tecnológicos desarrollados.

Esto acrecienta la falta de coordinación entre los sistemas nacionales de innovación de los países latinoamericanos. Se destaca la necesidad de una mayor colaboración regional en investigación en IA, vinculándola con desafíos comunes y facilitando el acceso a financiamiento. Esta articulación permitiría desarrollar investigación de frontera con pertinencia cultural y territorial dentro de la región. Además, una coordinación en la regulación de aspectos comunes de gobernanza podría evitar impactos negativos y fomentar una colaboración más fluida en el uso de datos e infraestructura.



F.4 Tendencias académicas y su impacto en la región

La IA es una disciplina cuyas aplicaciones y desarrollos trascienden el campo de las ciencias de la computación. La capacidad de inferencia, reconocimiento de patrones y optimización permiten su uso en el desarrollo de la investigación académica de otras disciplinas como las ciencias exactas o el arte; la necesidad de entender y explicar los sistemas basados en reglas matemáticas y estadísticas impulsa la colaboración con disciplinas como las matemáticas, la física y la lógica; y las consecuencias en las sociedades modernas de la penetración de esta tecnología requiere de una reflexión ética profunda y permanente.

En este capítulo se abordará el estado del arte global y las tendencias más relevantes que se proyectan a futuro para 5 campos de investigación y desarrollo asociados con la IA:

- A. Modelos de visión y lenguaje
- B. Ética
- C. IA y ciencias exactas
- D. Explicabilidad
- E. IA y arte

Las proyecciones ofrecidas surgen de la reflexión de académicas y académicos de América Latina y reflejan las expectativas que existen para el desarrollo de la disciplina y transdisciplina en los próximos años.

A. Visión y lenguaje

Estado del arte e importancia:

La actual revolución en IA está íntimamente asociada al éxito logrado por las técnicas de Aprendizaje Profundo (Deep Learning, DL) en tareas de reconocimiento visual, ya sea en imágenes o video, y en tareas de procesamiento de lenguaje natural, ya sea en lenguaje escrito o verbal. A modo de ejemplo, el punto de inflexión que da inicio a la presente revolución en IA, se remonta al año 2012, con el éxito de la red convolucional AlexNet en el desafío de reconocimiento visual ImageNet. En efecto, si bien las ideas iniciales sobre DL surgen en los años 80 y 90, principalmente a través de los trabajos de los 3 Turing Awards: Bengio, Hinton y LeCun, es el éxito de AlexNet el que masifica la popularidad de estas técnicas.

Para comprender cómo el impacto de DL en visión y lenguaje desencadena el momento actual de la IA, es fundamental considerar la evolución que han experimentado las tecnologías de la información (TI). Al momento de la publicación de AlexNet, las TI habían alcanzado un alto nivel de desarrollo para almacenar y procesar los denominados datos estructurados. Estos corresponden a datos tabulares con filas y columnas, con atributos de alto nivel semántico, principalmente datos demográficos y transaccionales, generados mediante procesos estructurados. Por el contrario, existía un gran vacío tecnológico en lo que respecta al tratamiento de los datos no estructurados. Estos corresponden a datos con atributos de bajo nivel, principalmente imágenes y texto, generados directamente a través de la interacción humana. La relevancia de este vacío se exacerba por la proliferación de los datos no estructurados impulsada por las TI. En este contexto, el gran impacto de DL ha sido llenar este vacío, desencadenando una ola de nuevos avances e investigaciones que han definido el rumbo de los progresos en IA.

En el ámbito visual, la revolución ha estado liderada por el desarrollo de avanzadas y robustas técnicas de reconocimiento de objetos, las cuales han alcanzado un nivel de generalidad y precisión impensables sólo hace algunos años atrás. En este ámbito, modelos de código abierto como Yolo y FasterRCNN han facilitado el acceso a estas tecnologías, acelerando su masificación y ampliando su impacto. Más aún, implementaciones eficientes, para ejecución en tarjetas gráficas (GPUs), han permitido una operación en tiempo real, abriendo la puerta a aplicaciones en ámbitos como la robótica. Por su parte, la detección de cuerpos y poses humanas ha logrado un notable desarrollo, a modo de ejemplo, modelos como DensePose y PifPaf han encontrado una gran gama de aplicaciones en seguridad, analítica de videos y tratamientos médicos, entre otros. El avance en el reconocimiento facial ha sido igualmente

notable, propiciando la aparición de numerosas aplicaciones. El problema de segmentación visual, también ha logrado importantes avances, destacando modelos como Mask-RCNN y recientemente SAM. La generación de imágenes a través de IA generativas con adversario o modelos de difusión ha conseguido también resultados excelentes, revolucionando campos como el diseño y los videojuegos, entre otros. En suma, el avance en el dominio visual ha sido constante y significativo, motivando a los más optimistas a indicar que el problema de reconocimiento visual está altamente solucionado.

En el caso de texto, el principal avance ha estado en la generación de modelos de lenguaje (Language Models, LM) capaces de ser adaptados para implementar diversas tareas asociadas al procesamiento de lenguaje natural (Natural Language Processing, NLP), tales como análisis de sentimiento, reconocimiento de entidades, generación de resúmenes, respuesta a preguntas textuales, o la implementación de asistentes virtuales, entre otras. Los éxitos iniciales orientados a la creación de espacios semánticos para modelación a nivel de palabras, como Word2Vec y Elmo, fueron rápidamente evolucionando hacia modelos de mayor granularidad capaces de descubrir relaciones a nivel de frases, como Skip-Thoughts, o entre frases, como Bert. En este ámbito, la reciente irrupción de grandes modelos de lenguaje (LLM) con miles de millones de parámetros y capaces de capturar complejas relaciones en extensos textos, han revolucionado no solo el área de NLP sino toda la disciplina de IA. En particular, los LLM, tales como ChatGPT, han demostrado

sorprendentes capacidades emergentes que les permiten realizar nuevas tareas con un mínimo de supervisión, por ejemplo, sólo una descripción o explicación de los aspectos principales de la nueva tarea.

Desafíos.

En términos de limitaciones y desafíos abiertos, han surgido críticas respecto a la robustez de las técnicas actuales de IA basadas en DL. Específicamente, diversos estudios han mostrado que muchos de los modelos actuales operan como memorias asociativas gatilladas por la identificación de correlaciones superficiales en los datos de entrenamiento. En la práctica, esto implica una débil robustez para enfrentar situaciones nuevas, por ejemplo, cambios en la distribución de los datos de entrada o ataques de usuarios malintencionados. Esta debilidad ha generado nuevas investigaciones orientadas a desarrollar variantes de DL que permitan identificar reglas causales o con un mayor grado de abstracción que la identificación de simples correlaciones. Otra crítica importante a los modelos de DL está asociada a las dificultades para transparentar sus procesos internos de inferencia. Esta debilidad ha generado abundante investigación en el área conocida como IA explicable (Explainable IA, XIA), destinada a transparentar el proceso de inferencia utilizado por un modelo de IA. Temáticas como éstas marcan la agenda de investigación en IA y ejemplifican que aún quedan importantes desafíos por resolver.

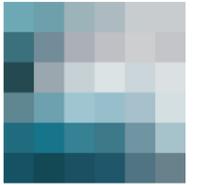
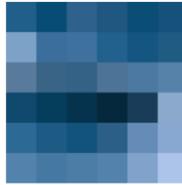
Tendencias.

Los éxitos anteriores han impulsado 2 tendencias recientes. Por un lado, ha surgido un interés por explorar modelos multimodales que integren imágenes y texto, e incluso otras modalidades como audio y video. Por otro lado, ha habido un auge en la generación de los llamados Modelos Fundacionales. Estos corresponden a modelos de gran tamaño (miles de millones de parámetros) y generalidad que pueden ser usados o adaptados para realizar diversas tareas en el ámbito visual, textual, o multimodal. Sin bien aún es prematuro evaluar el impacto de estas nuevas tendencias, lo que es indiscutible es que continuarán impulsando la actual revolución de la IA, en particular, profundizando su impacto en el ámbito visual y textual que seguirán siendo protagonistas de una revolución a plena marcha.

Hacia el futuro cercano, la principal expectativa está puesta en las capacidades emergentes de los Modelos Fundacionales. En este sentido, es importante destacar que las condiciones y alcances de estas propiedades emergentes son aún poco entendidas por la comunidad científica de IA. Asimismo, tampoco son claros sus límites a medida que se siga aumentando el tamaño de los modelos en términos de número de parámetros y cantidad

de datos de entrenamiento. Los pronósticos más optimistas apuntan a la factibilidad de generar modelos de IA de un nivel cognitivo igual o superior al ser humano, lo cual se ha denominado IA general o AGI (Artificial General Intelligence). Los pronósticos más reservados apuntan a que las técnicas de DL son insuficientes para generar procesos de razonamiento con capacidades similares al ser humano y son necesarias nuevas teorías para lograr avances significativos.

La información visual y textual es omnipresente en nuestro día a día, lo cual otorga a la IA el potencial de impactar la vida en América Latina en un sinnúmero de formas. Así, si este potencial es aprovechado correctamente, las tecnologías de IA pueden producir un incremento significativo en la calidad de vida de los ciudadanos de la región. Para ello, lo primero es trabajar con mucha energía en su diseminación en la región y en el fortalecimiento de los factores habilitantes que permitan su desarrollo saludable. Asimismo, también es importante avanzar en los desafíos que implica la implementación de la IA, como la necesidad de regulaciones adecuadas para promover su uso ético, evitar la proliferación de desigualdades, proteger la privacidad de las personas y evitar cualquier externalidad negativa. En este sentido, es crucial que cualquier legislación sea mirada con una perspectiva local, teniendo en cuenta las necesidades más urgentes de cada país, y sus áreas prioritarias en el ámbito social y el económico, para así lograr que la IA sea una herramienta eficaz para aportar a mejorar la calidad de vida colectiva e individual de los ciudadanos de la región.



B. Ética

Estado del arte e importancia:

Debido al crecimiento de la capacidad predictiva de la IA y a su potencial para abordar diversos problemas, las instituciones privadas y públicas utilizan cada vez más la IA en sistemas que repercuten en nuestra vida cotidiana. Además de controlar el orden de nuestras noticias, resultados de búsqueda y recomendaciones musicales, la IA predice la reincidencia, el fraude y los riesgos para la salud, realiza reconocimiento facial y de voz, y prioriza quién debe obtener una entrevista de trabajo, obtener un préstamo o recibir servicios de protección infantil.

En el caso de muchos sistemas de IA, las pruebas nos alertan del daño que pueden causar, especialmente a las poblaciones vulnerables. Cuando los investigadores o los periodistas de investigación han podido interrogar sistemáticamente algunas de estas aplicaciones de IA, a menudo han descubierto que los resultados de estos sistemas pueden estar sesgados en contra de las mujeres, los ancianos, las personas de color o las personas que viven en la pobreza, entre otras poblaciones marginadas.

Por ejemplo, el reconocimiento facial comete muchos más errores al reconocer a mujeres afroamericanas que a otros grupos demográficos. Cuando las ciudades utilizan el reconocimiento facial para la vigilancia, estos errores pueden acarrear graves consecuencias, como falsas acusaciones de delitos. El reconocimiento facial también falla más en el caso de las personas con discapacidad visual, dejándolas también en desventaja. Las tasas de error desproporcionadas para grupos específicos de personas dan forma a una forma adicional de discriminación a gran escala posibilitada por la IA.

Las razones de los resultados sesgados se asocian a menudo con los sesgos incrustados en los conjuntos de datos utilizados para entrenar la IA, un fenómeno conocido como “basura entra, basura sale”. Este razonamiento subraya que los conjuntos de datos representan nuestros comportamientos sesgados pasados como parte de sociedades sexistas, racistas, clasistas y capacitistas. Por lo tanto, la IA aprende estos prejuicios de los datos y perpetúa los patrones de discriminación a través de sus resultados.

Sin embargo, también hay consenso en que los datos son uno de los muchos problemas. Existen relaciones entrelazadas entre sesgos históricos (por ejemplo, sesgos de género), humanos (por ejemplo, sesgos de confirmación y automatización) y técnicos (por ejemplo, sesgos de muestreo y procesamiento) en el proceso de IA que pueden conducir a resultados problemáticos de la IA.



Los múltiples sesgos afectan a las decisiones críticas en cada fase de un proyecto de IA, incluida la conceptualización de los problemas organizacionales que la IA pretende resolver, la selección y el etiquetado de los datos, el procesamiento y la evaluación de los modelos de IA y la forma en que las personas utilizan y (cuando es posible) impugnan los resultados de la IA. Así pues, las personas que están detrás del desarrollo y el uso de la IA y las que se ven afectadas por ella adquieren relevancia en el debate sobre el impacto de la IA en la sociedad.

Más allá de los resultados injustos, los investigadores han documentado otros daños potenciales de la IA. Entre ellos, su amplio uso de datos personales privados, su enorme impacto en el medio ambiente por el consumo de energía y la extracción de minerales, y el potencial para sustituir la mano de obra humana y empeorar drásticamente las oportunidades laborales de las personas. También preocupan las precarias condiciones laborales de miles de trabajadores (principalmente en el Sur Global) que hacen posible la IA mediante tareas clave pero infravaloradas, como el etiquetado de datos y la moderación de contenidos. Este último fenómeno se conoce como el trabajo fantasma detrás de la IA.

El auge de la IA generativa de fácil uso, como ChatGPT, ha exacerbado aún más otros problemas. A medida que la IA produce textos, videos e imágenes sintéticos creíbles, empezamos a ver problemas más generalizados con, por ejemplo, la

creación por parte de la IA de textos creíbles con información falsa y engañosa que la gente utiliza en centros educativos, tribunales y otras instituciones. También hay una proliferación de imágenes y videos falsos que permiten la intimidación, el acoso sexual (por ejemplo, deepfakes pornográficos) y la propagación de noticias falsas. Además, cada vez preocupa más el amplio uso de datos protegidos por derechos de autor, incluidas pinturas y obras literarias, sin la debida compensación o reconocimiento para sus autores.

Las consideraciones en torno a las repercusiones de la IA y su potencial de daño han dado lugar a numerosos estudios sobre ética e IA. Algunas investigaciones examinan si la IA toma decisiones moralmente cuestionables, un tipo de ética de las máquinas. Otros se centran en la conducta moral de los seres humanos involucrados en el desarrollo y el uso de la IA y en las implicaciones de tales comportamientos. Este último aspecto ha recibido recientemente una atención considerable por parte de disciplinas que van desde la filosofía y el derecho hasta la sociología, la interacción persona-computador y la informática. Este trabajo se basa en disciplinas más antiguas, como la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS), la filosofía de la tecnología y los estudios críticos de datos (ECD).

Desafíos.

Así, desde perspectivas interdisciplinarias se han escudriñado diversos aspectos del diseño de sistemas de IA y de sus responsables, centrándose principalmente en los siguientes:

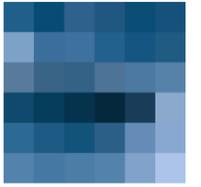
INJUSTICIA.

Más allá de desvelar resultados sesgados en distintos tipos de aplicaciones de IA, en los últimos años se ha trabajado mucho para ofrecer soluciones técnicas que permitan medir la imparcialidad y proponer algoritmos, herramientas y estrategias para mitigarla. Sin embargo, existen múltiples formas de definir y medir la imparcialidad, y es imposible generar sistemas que satisfagan todas las definiciones de imparcialidad. Así pues, los retos en torno a la imparcialidad siguen abiertos y los trabajos actuales se inclinan hacia estrategias sociotécnicas para afrontarlos, en las que los equipos de IA, por ejemplo, reflexionan sobre qué definiciones de imparcialidad son adecuadas para su contexto y cómo el proyecto puede articular estrategias para abordar los retos de generar una IA imparcial. Otros enfoques complementarios implican normativas y auditorías algorítmicas.

OPACIDAD.

Otra línea de trabajo problematiza el hecho de que muchas aplicaciones actuales de la IA funcionen como cajas negras para usuarios, responsables políticos y desarrolladores. La gente no suele entender cómo funcionan los sistemas de IA, lo que dificulta cuestionar sus resultados

y su legitimidad como mediadores del acceso a servicios, información y oportunidades. Además, con frecuencia las personas no saben que están interactuando con un sistema de IA o que la IA mediatiza su acceso a determinados servicios. Este hecho ha llevado a acuñar el concepto de algoritmos invisibles, poniendo de relieve la dificultad de supervisar el impacto de la IA en nuestra vida cotidiana. Además, en el caso de los modelos de aprendizaje profundo, aunque los desarrolladores saben cómo los algoritmos tratan de encontrar los patrones para ofrecer predicciones precisas, no pueden saber directamente qué factores influyen en una predicción concreta. Este último problema ha llevado a los investigadores a trabajar en la IA explicable (XAI), de la que se habla en otra sección del Índice de IA. Aunque es probable que la explicabilidad aborde algunos de los retos técnicos de la opacidad de la IA, como los métodos y herramientas para aumentar la visibilidad de los procedimientos en los modelos, existe una preocupación más amplia por hacer que la IA sea más transparente y comprensible para los distintos agentes. Este aspecto implica proporcionar información accesible y procesable a diversas partes interesadas, incluidos los responsables políticos, los usuarios y los afectados indirectamente por la IA (sin utilizarla). En general, el objetivo previsto es diseñar y construir sistemas de IA que permitan supervisar su funcionamiento. Falta de rendición de cuentas. Debido a los problemas actuales de la IA relacionados con los efectos adversos y la opacidad, existe una gran preocupación sobre quién debe rendir



cuentas cuando la IA causa daños, aunque sean involuntarios. Además de las dificultades inherentes a la explicación del funcionamiento de la IA, muchas otras decisiones organizativas e individuales conscientes influyen en los resultados de la IA.

Existe un amplio llamado a la creación, adopción y aplicación de mecanismos que documenten y justifiquen las decisiones humanas que subyacen a la IA. La investigación sobre la responsabilidad de la IA aboga por mecanismos como la documentación de datos y modelos, la evaluación y mitigación de riesgos, las auditorías internas y externas, la disponibilidad de recursos en caso de daños y las normativas que impongan la rendición de cuentas y la asignación de responsabilidades. La rendición de cuentas también está estrechamente relacionada con los debates sobre la responsabilidad, haciendo hincapié en la consideración ética de la toma de decisiones moralmente justificadas.

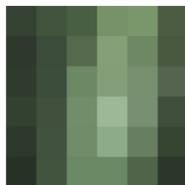
Tendencias.

Mientras que, como sociedad, seguimos luchando para hacer frente a estos retos, las políticas organizativas y públicas han adoptado ampliamente un enfoque: una IA basada en principios. De forma análoga a la ética biomédica, definen un conjunto de principios fundamentales que deben guiar el desarrollo y el uso de la IA. Los principios de la IA más comunes en todas las políticas son la equidad y la no discriminación, la protección de la privacidad, el respeto de los derechos humanos y la promoción del bienestar social, la transparencia y la explicabilidad, la rendición de cuentas y la responsabilidad profesional, la seguridad y la protección, el control humano de la IA y la sostenibilidad medioambiental. En gran medida, estos principios aún tienen que concretarse en reglamentos, normas y prácticas organizativas y profesionales más específicas.

Es de esperar que la amplia atención pública prestada a la ética en la IA en los últimos años, alimentada por las recientes peticiones de moratorias de la IA como respuesta a los hipotéticos daños de una IA de propósito general, conduzca a nuevos avances en la investigación, las políticas y las prácticas organizativas en torno a la ética tanto para la IA restringida como para la general. Es urgente y esencial hacer frente a los actuales daños tangibles causados por la IA. En este ámbito, prevemos avances en las siguientes dimensiones.

SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL E IA

Debido a la crisis climática, esperamos ver esfuerzos más exhaustivos para medir y controlar el impacto de la IA en el medio ambiente. Las próximas iniciativas incluyen la mejora de la visualización y medición del impacto medioambiental de la IA (por ejemplo, datos más precisos sobre la huella de carbono).



A medida que aumentan las pruebas del gran consumo de energía de la IA, prevemos tendencias de traslado de los centros de datos para utilizar energías renovables (por ejemplo, con fuentes de hidroelectricidad en lugar de combustibles fósiles) y desarrollar una IA más eficiente, que consuma menos recursos y sea más asequible.

JUSTICIA SOCIAL E IA

Aunque la preocupación por la equidad continuará, prevemos que las perspectivas críticas de justicia social tendrán una influencia más amplia en la comprensión de las repercusiones de la IA y en la remodelación de sus objetivos futuros. Prevemos más investigaciones que examinen las conexiones entre la IA y las desigualdades sociales estructurales. Aunque los investigadores han estudiado las desigualdades de género y raza, aún queda mucho por aprender sobre las consecuencias de la IA entre las personas en situación de pobreza, las personas con discapacidad y las que viven en el Sur Global. Los enfoques interseccionales arrojarán luz sobre los efectos agravados de las desigualdades estructurales. También esperamos ver más trabajos que exploren y cuestionen la distribución desigual de beneficios y costes de la IA. Además, las tendencias crecientes, como la justicia de datos y el feminismo de datos, fomentarán el desarrollo de nuevos imaginarios y prácticas sociotécnicas para ampliar los límites de los fines de la IA más allá de la eficiencia y la vigilancia. Aunque es posible que esta tendencia no influya en las grandes empresas, prevemos más investigación

y emprendimiento, especialmente en el Sur Global, donde los profesionales utilizan la IA para avanzar hacia una mejor calidad de vida y justicia social.

GÉNERO E IA

A medida que avanzamos hacia la justicia social, seguiremos observando las realidades de la discriminación de género en la IA y, con suerte, la aparición de formas más eficaces de erradicarla. La IA perpetúa la discriminación de género a través del aprendizaje y la transmisión de estereotipos de género en tareas de procesamiento del lenguaje (por ejemplo, traducción, sugerencias de búsqueda), visión por computador (por ejemplo, confundiendo el género de las personas trans en el reconocimiento de género, clasificando fotos de mujeres como más sexualmente sugerentes que fotos similares de hombres) y tareas de clasificación (por ejemplo, degradando los currículos de las mujeres que solicitan trabajos técnicos). La discriminación de género también es previsible en ámbitos específicos. La investigación sanitaria se ha centrado históricamente en los hombres, acumulando más datos sobre el cuerpo masculino que sobre otros cuerpos; por tanto, es probable que las aplicaciones de IA basadas en datos para la salud funcionen peor para los cuerpos femeninos. Además, la IA generativa permite nuevas formas de acoso sexual. Un estudio de 2019 encontró que el 96% de los videos deepfake eran contenido pornográfico, todos dirigidos a mujeres. La lucha contra la discriminación de género en la IA tiene un largo camino por recorrer. Esperamos ver más estrategias de mitigación del sesgo de género en los próximos años, esfuerzos más sólidos para diversificar la composición de género de los equipos de IA y regulaciones más fuertes para penalizar el acoso sexual en línea habilitado por la IA y la discriminación de género.

NORMATIVA Y SUS IMPLICACIONES

Instituciones multilaterales, como la Unesco y la ONU, ofrecen recomendaciones sobre IA, que esperamos ver traducidas en políticas públicas en diversos países. En la actualidad, 69 países, entre ellos varios latinoamericanos, cuentan ya con una iniciativa política sobre IA. Junto con las políticas y regulaciones, esperamos ver desarrollos relacionados con el cumplimiento de las mismas. Así, prevemos avances en la implementación de soluciones de privacidad diferencial, auditorías algorítmicas, estándares de explicabilidad centrados en el usuario y requisitos de transparencia.

Enfoques sociotécnicos para la responsabilidad profesional y la transparencia: Debido a los múltiples factores que influyen en las repercusiones de la IA y a la opacidad de su funcionamiento interno, las perspectivas interdisciplinarias serán esenciales para documentar y justificar las decisiones potencialmente responsables durante



el desarrollo y el uso de la IA, así como los valores y las intenciones que subyacen a su diseño. Además, las combinaciones de conocimientos sociológicos, éticos y técnicos también ayudarán a diseñar mejores formas de comunicar cómo funciona cada sistema de IA, aumentando así la alfabetización algorítmica y promoviendo una comprensión más completa de las soluciones de IA. Éstas, a su vez, pueden conducir a una confianza mejor calibrada en estos sistemas. Prevemos debates más matizados y colaboraciones interdisciplinarias para delimitar mejor las expectativas de impacto y las limitaciones de la IA.

EL FUTURO DEL TRABAJO

Debido al impresionante progreso de la IA, la preocupación por su impacto en los mercados laborales será central en los próximos años. Esperamos ver más análisis basados en evidencia sobre el impacto de la IA en el empleo en diversos sectores productivos, lo que llevará a una mejor comprensión de los puestos de trabajo que podrían desaparecer y los que surgirán debido a las nuevas configuraciones de trabajo IA-persona. También prevemos más investigación sobre la colaboración entre IA y humanos en entornos laborales.

A medida que las preocupaciones en torno a la ética y la IA sigan impulsando la investigación, el activismo y la formulación de políticas, esperamos ser testigos de su influencia en la remodelación de la forma en que construimos, adoptamos y adaptamos la IA para hacer nuestras sociedades más prósperas y justas.

C. IA y ciencias exactas

Estado del arte e importancia.

Desarrollos recientes como la IA generativa, la visión por computador y los grandes modelos lingüísticos están haciendo posibles tecnologías y aplicaciones que tienen el poder de transformar la industria, los negocios, las interacciones sociales y nuestras propias vidas. El impacto generalizado de la IA también está revolucionando el modo en que se lleva a cabo la investigación científica y tecnológica, al redefinir la forma en que abordamos la formulación, el diseño y la ejecución de las actividades de investigación en todas las disciplinas.

El desarrollo de una comprensión mecanicista detallada de los procesos biológicos en los organismos vivos, o de sistemas físicos y de ingeniería complejos, requiere análisis progresivos e integración de nuevos datos (por ejemplo, resultados experimentales) en el contexto de datos anteriores (por ejemplo, bibliografía publicada). Sin embargo, esta tarea resulta cada vez más difícil para la mente humana debido al enorme volumen de datos y literatura científica. En Biología, por ejemplo, la aceleración de la generación de datos debido a la llegada de las tecnologías ómicas hace que esta tarea sea prácticamente imposible de llevar a cabo desde una perspectiva holística. Especialmente en la última década, hemos asistido a un aumento espectacular del número de grandes conjuntos de datos de gran complejidad generados a partir de experimentos biológicos, que cuantifican variables moleculares como la abundancia de genes, proteínas y metabolitos, la composición del microbioma y la variación genética de toda la población, por citar sólo algunas. Un reto similar se plantea en física, astronomía y ciencias de la Tierra debido al diluvio de datos generados por los aceleradores de partículas y por los telescopios y constelaciones de satélites que observan continuamente la Tierra y el Universo a múltiples escalas espaciales y espectrales. Los esfuerzos comunitarios en todas las disciplinas de investigación generan periódicamente petabytes de datos.

Desde que Alan Turing planteó por primera vez en 1950 la idea de que las máquinas podían aprender y autoinstruirse a partir de sus propias experiencias, el campo de la inteligencia artificial (IA) se ha disparado. Gran parte de la promesa de la IA en las ciencias se deriva de su capacidad para descubrir (o "aprender") estructuras en grandes conjuntos de datos y utilizar esta estructura para hacer predicciones o realizar tareas. Los campos de la IA y la investigación científica están más entrelazados que nunca, y los métodos para extraer y aplicar la información almacenada en sistemas físicos y organismos vivos se perfeccionan constantemente. A medida que el campo de la IA madura con



algoritmos más entrenados, crece el potencial de su aplicación en muchos problemas y ámbitos diferentes. La epidemiología, el estudio de las interacciones huésped-patógeno, el descubrimiento de fármacos, la medicina personalizada, la edición de genes, la radiografía, el tratamiento de imágenes y la gestión de medicamentos son algunos de los muchos ámbitos en los que la IA ya está teniendo repercusiones.

En los últimos años se han producido avances impresionantes en los modelos de IA (LeCun et al., 2015), que muestran resultados prometedores para descubrir conocimientos y asociaciones complejas basados en fuentes de datos masivas. Un ejemplo destacado es AlphaGo (Silver et al., 2016), un sistema de IA capaz de vencer a los jugadores de Go más expertos del mundo. Durante su enfrentamiento contra el campeón del mundo de Go, AlphaGo realizó jugadas consideradas cruciales para la victoria que eran completamente imprevistas y clasificadas como conocimientos altamente creativos por expertos en el juego del Go. Uno de sus sucesores, AlphaFold (Jumper et al., 2021), un modelo basado en IA que predice la estructura 3D de las proteínas a partir de la secuencia 1D de aminoácidos, representó un salto cuántico respecto a todos los algoritmos anteriores en competiciones de plegamiento de proteínas y fue seleccionado en 2021 por la revista Science como el principal avance científico del año.

Desafíos

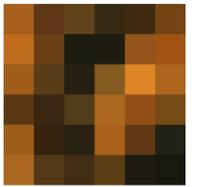
La gran disponibilidad de datos en algunos campos ha llevado al desarrollo de aproximaciones basadas exclusivamente en datos para diversos sistemas físicos, químicos o biológicos. Sin embargo, este enfoque se ve obstaculizado en varias aplicaciones científicas en las que los datos de entrenamiento siguen siendo escasos debido al coste experimental y a las limitaciones técnicas, y no garantiza el cumplimiento de los primeros principios físicos establecidos ni de los conocimientos especializados del dominio. Además, aunque la IA consigue generar predicciones precisas para sistemas físicos y biológicos, el objetivo último de la investigación científica es obtener una comprensión sólida de los procesos subyacentes y comprender las leyes y relaciones causales que los rigen (Krenn et al. 2022). Una posible solución es alimentar los algoritmos de IA con nuestros conocimientos previos sobre las leyes, los modelos matemáticos y las restricciones que se aplican a un sistema físico determinado. Esto puede hacerse, por ejemplo, incorporando ecuaciones diferenciales subyacentes o restricciones específicas del dominio dentro de la arquitectura y el proceso de entrenamiento de la IA, o preentrenando el modelo con datos simulados con modelos mecanicistas. Estos algoritmos basados en la física pueden funcionar y generalizar mejor en regímenes de datos pequeños y ruidosos, pueden utilizarse para aprender parámetros de modelos o ecuaciones que describan fenómenos físicos de alta dimensión, y el uso de principios físicos puede incluso ayudar a interpretar y probar el funcionamiento interno de los modelos de aprendizaje profundo (Karnadiakis et al. 2021).

Tendencias

En un futuro próximo, podemos prever varias formas en las que la IA seguirá teniendo un impacto duradero en los descubrimientos científicos:

MÉTODOS DE IA PARA CONJUNTOS DE DATOS CIENTÍFICOS:

La capacidad de los modelos de IA para encontrar estructuras en grandes conjuntos de datos y hacer predicciones precisas para nuevas observaciones ha tenido un profundo impacto en el descubrimiento científico y la transformación tecnológica en todas las disciplinas. En Biología, por ejemplo, una de las primeras aplicaciones de la IA fue el software de seguimiento de movimiento Deeplabcut (Mathis et al., 2018), que analiza vídeos para etiquetar la pose de los animales, lo que permite una caracterización más precisa del comportamiento animal (tanto de individuos como de grupos sociales) durante grabaciones o perturbaciones neuronales. También se utilizan algoritmos de segmentación y seguimiento de aprendizaje automático para reconstruir mapas de conectividad sináptica a partir de datos seriados de microscopía electrónica, lo que hasta ahora ha permitido reconstruir un cerebro completo de *Drosophila*, toda la retina de ratón y un milímetro



cúbico de V1 de ratón (MI- CrONS Consortium, 2021). Pasando a las ciencias físicas, algunos resultados destacados de la IA incluyen la predicción de la formación de estructuras cosmológicas (He et al. 2019), la detección de ondas gravitacionales (Huerta et al. 2021), una reconstrucción de alta resolución de la primera imagen de un agujero negro (Medeiros et al. 2023), el descubrimiento de nuevos materiales (Pyzer-Knap et al. 2022) y el control autónomo del plasma en reactores de fusión de hidrógeno (Degraeve et al. 2022), que acerca un paso más la energía nuclear limpia. En general, los marcos impulsados por la IA para el procesamiento de datos científicos están acelerando resultados críticos en prácticamente todas las áreas de investigación, y es seguro que se producirán más avances de este tipo en los próximos años, en una amplia gama de dominios.

SIMULACIONES COMPUTACIONALES ASISTIDAS POR IA:

Las simulaciones numéricas de última generación utilizadas para validar la teoría frente a conjuntos de datos a gran escala en campos como la climatología, la cosmología, la física de partículas y la energía de fusión han alcanzado unos costes computacionales prohibitivos para la mayoría. Por lo tanto, resulta inviable llevar a cabo los experimentos masivos necesarios para comprender y probar el comportamiento de los modelos mecanicistas en toda la gama de

condiciones físicas posibles, o en escalas de tiempo prolongadas. Como orientación de la investigación, se pueden utilizar diversos métodos de IA para entrenar modelos sustitutos que proporcionen una representación simple pero fiel del sistema completo y, a su vez, estos modelos sustitutos se pueden utilizar para generar conjuntos masivos de simulaciones a un coste computacional razonable. Además, los algoritmos de IA pueden utilizarse para aumentar la resolución, el tamaño, la escala temporal y el número de interacciones que pueden modelizarse para un sistema determinado (Kasim et al. 2022, US DOE 2023). Estos enfoques computacionales asistidos por IA serán fundamentales para mejorar nuestra capacidad de estudiar procesos dinámicos complejos como la evolución del clima, la formación de estructuras a gran escala en el universo y los procesos multifísicos de la Tierra, como la propagación de tsunamis y terremotos.

EXPLORACIÓN CIENTÍFICA ASISTIDA POR IA

El aprendizaje autosupervisado, en el que un modelo de IA se entrena utilizando datos etiquetados autogenerados, es la base del éxito de modelos de IA como AlphaGo y AlphaFold. En efecto, al crear sus propios retos de predicción, un modelo de IA es capaz de extraer conocimientos útiles de una cantidad casi ilimitada de datos. Por ejemplo, en el contexto del Procesamiento del Lenguaje Natural o PLN, los grandes modelos de lenguaje autosupervisados, como GPT-3 (Brown et al., 2020) o PaLM (Chowdhery et al., 2022), han demostrado una capacidad impresionante para extraer piezas significativas de conocimiento del mundo a partir de su exposición a una cantidad extremadamente grande de texto (miles de millones de palabras). Un reto importante está relacionado con la forma de acceder al conocimiento codificado por la representación interna de un modelo de IA de gran tamaño. Como hallazgo sorprendente, investigaciones recientes (Gao et al., 2021; Zhong et al., 2021) han descubierto que es posible dirigir estos grandes modelos para que generen conocimiento relevante a partir de una tarea objetivo novedosa utilizando sólo una indicación. Específicamente, utilizando una indicación para proporcionar al modelo una descripción en lenguaje humano o varios ejemplos de lo que se quiere que haga, el modelo puede producir conocimientos significativos relacionados con una tarea objetivo. Esta estrategia de aprendizaje, denominada “indicación contextual”, ofrece un nuevo grado de control para acceder selectivamente a los conocimientos codificados en las representaciones internas de un gran modelo lingüístico. A su vez, esto abre una nueva vía disruptiva para llevar a cabo exploraciones y descubrimientos científicos asistidos por IA. Sostenemos que estos modelos de IA entrenados en la literatura o los datos científicos existentes pueden inducir nuevas ideas o sintetizar conocimientos de un modo que hoy en día no

pueden hacer individuos o grupos de científicos. Además, al proporcionar esquemas adecuados de aprendizaje en contexto para consultar un modelo, estos modelos pueden proporcionar a los científicos una herramienta muy poderosa para explorar el conocimiento codificado por el modelo, recuperando nuevas conexiones entre la información existente que no se apreciaron antes o hipótesis que en última instancia deberían conducir a nuevos descubrimientos. Los enfoques neuronales basados en grandes grafos también pueden aprovecharse para construir redes de conocimiento semántico a partir de grandes corpus de literatura científica, a partir de las cuales pueden identificarse relaciones conceptuales y líneas de investigación inexploradas (Krenn et al. 2022). Creemos que estos avances representan un punto de inflexión en la forma en que se lleva a cabo la investigación científica, reconceptualizando la ciencia como un bucle de retroalimentación optimizable entre la IA y los científicos.

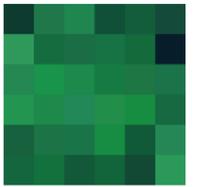
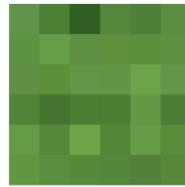
Hay muchos campos en los que los países latinoamericanos pueden aprovechar el poder de las tecnologías de IA, tanto desde una perspectiva general como impulsadas y dirigidas a las necesidades locales. Tenemos condiciones de laboratorio naturales únicas y extremas en lugares como el Amazonas, el desierto de Atacama, la cordillera de los Andes y la región subantártica, por nombrar sólo algunos. Estos laboratorios naturales

albergan una biodiversidad genética única en macroorganismos y microorganismos que esperan ser descubiertos. Se necesitan nuevos esfuerzos de investigación para comprender esta extraordinaria biología y Latam debe desempeñar un papel importante. Comprender la biología es el primer paso para desarrollar nuevas biotecnologías con fines aplicados que puedan servir a las necesidades tanto locales como mundiales.

Latinoamérica también debe liderar el desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías más eficientes para la agricultura que permitan una producción de alimentos sostenible y resiliente frente al cambio climático. La región de América Latina y el Caribe desempeña un papel vital en la producción de alimentos y servicios ecosistémicos que benefician no sólo a la propia región, sino a todo el planeta. También se requerirán nuevas estrategias para mitigar el impacto ecológico de la explotación de los recursos naturales (por ejemplo, minería, silvicultura), así como para reducir la contaminación de nuestras ciudades. Además, existen retos locales únicos que habrá que abordar localmente. Los problemas de salud que son prominentes en América Latina debido a patógenos particulares, la composición genética única, así como las opciones de estilo de vida tendrán que ser abordados a nivel local. Por último, debido a su entorno geotectónico y a los efectos del calentamiento global a largo plazo y a las tendencias de aumento del nivel del mar, América Latina es especialmente propensa a riesgos geológicos (terremotos, volcanes) e hidrometeorológicos (ciclones, inundaciones, sequías, olas de frío/calor) cada vez más frecuentes y extremos. La región se encuentra en una posición excepcional para abordar los procesos físicos que subyacen a estos fenómenos, sus impactos potenciales y las posibles estrategias de mitigación y adaptación, mediante una combinación de conjuntos de datos globales de teledetección, redes de sensores regionales únicas y métodos de IA adaptados para integrar estas diversas fuentes de datos que completan modelos mecanicistas parciales y simulaciones computacionales de vanguardia.

En otros ámbitos científicos, Latinoamérica ya desempeña un papel destacado. Por ejemplo, Chile concentra ya más de la mitad de la capacidad astronómica mundial, y es actualmente el lugar de construcción de futuros observatorios gigantes en el visible y el infrarrojo, como el Telescopio Extremadamente Grande (ELT), el Observatorio Vera Rubin y el Magallanes Gigante. Otros proyectos en curso, como el Observatorio de Atacama de Tokio (TAO), el Observatorio Simons y el Cherenkov Telescope Array también cartografiarán el universo a muy bajas y altas energías, desde las frecuencias de microondas hasta los rayos gamma. En combinación, estos observatorios proporcionarán una visión multiescala, multilongitud de onda

y temporalmente continua de todo el cielo. La masividad y complejidad de estos datos supera las capacidades de procesamiento y análisis de los métodos computacionales tradicionales, y la IA se convertirá en una herramienta clave para extraer, modelizar y comprender las señales que van desde los exoplanetas hasta el fondo cósmico y la estructura a gran escala del universo, y para revelar la nueva física que puede esconderse en ellos. Las universidades, institutos de investigación y unidades de investigación gubernamentales de Latinoamérica deben adoptar la nueva ola de IA y utilizar el poder de esta nueva tecnología para desempeñar un papel destacado y vital a la hora de abordar estos problemas y desarrollar nuevas soluciones para Latinoamérica y el mundo.



D. IA explicable (XAI)

Estado del Arte

Los modelos actuales de IA, como las redes convolucionales profundas y las arquitecturas basadas en la atención como Transformers, han logrado resultados impresionantes en tareas predictivas relacionadas con múltiples dominios. Su éxito radica principalmente en su capacidad para alcanzar índices de precisión muy elevados en la clasificación de ejemplos sobre grandes conjuntos de datos. Para lograr esta precisión, estas arquitecturas ajustan hasta cientos de miles de millones de parámetros, lo que les permite detectar patrones muy complejos en los datos que son invisibles para modelos más sencillos con menos parámetros.

Sin embargo, hay una contrapartida importante que debemos tener en cuenta con estas arquitecturas: a medida que aumentamos el número de parámetros que utilizan y, por tanto, su precisión, disminuye nuestra capacidad para comprender qué factores influyen más en la predicción resultante. Se trata de una cuestión importante porque la única manera de que podamos tener una IA operativa y desplegable al servicio de las personas es mediante el desarrollo de métodos cuyas acciones puedan ser comprendidas y evaluadas por los seres humanos. Hay múltiples razones que justifican esta necesidad, entre ellas el creciente uso de la IA en aplicaciones críticas (defensa, salud, vehículos autónomos), la obligación ética de comprender y eliminar los sesgos en los datos utilizados para entrenar nuestros modelos de IA, la creciente demanda de regulación de los sistemas de IA y la necesidad de proporcionar mecanismos que permitan a los humanos interactuar esta tecnología.

En los últimos años se ha avanzado notablemente en el desarrollo de la IA explicable (XAI) para responder a la demanda de métodos fiables de interpretación de los modelos de IA. Este progreso ha dado lugar a importantes aplicaciones de XAI en diversos campos. Por ejemplo, en el ámbito de la radiología, donde el aprendizaje profundo se utiliza cada vez más para clasificar imágenes médicas de diferentes afecciones, se emplean técnicas como los mapas de saliencia y los mecanismos de atención para explicar a los radiólogos qué partes de la imagen influyeron en la decisión del sistema de IA. Esto permite a los radiólogos validar y perfeccionar las recomendaciones del sistema de IA. Además, la XAI se está utilizando en el análisis de imágenes de satélite y datos de sensores para controlar y explicar cambios medioambientales como la deforestación, los niveles de contaminación y los patrones climáticos. Los conocimientos derivados de la XAI en estas áreas pueden informar a los responsables políticos y a los ciudadanos, permitiéndoles tomar decisiones bien informadas sobre los esfuerzos de conservación y las prácticas sostenibles.



Desafíos

A pesar de los rápidos avances en el campo de la XAI, hay varios retos importantes que aún no se han resuelto. A continuación mencionamos algunos de ellos, que probablemente serán objeto de muchas investigaciones en los próximos años:

EXPLICACIONES PARA MODELOS COMPLEJOS:

Una forma habitual de dar explicaciones a los modelos de IA, sobre todo para responder a la pregunta de por qué el modelo dio este resultado para esta entrada concreta, es mediante el análisis de la contribución de cada característica de esa entrada a la salida del problema. Estos métodos suelen ser agnósticos con respecto al modelo, lo que significa que no dependen de las características internas de los modelos analizados. A pesar de ello, no pueden utilizarse para modelos complejos basados en redes neuronales, ya que su implementación resulta costosa desde el punto de vista computacional. Aunque se han propuesto varios métodos para paliar este problema, incluida la compilación de modelos complejos en otros más sencillos cuyas explicaciones sean fáciles de calcular, aún no se sabe a ciencia cierta cuándo pueden aplicarse estos métodos y si pueden utilizarse métodos mejores en determinadas situaciones.

LENGUAJES FÁCILES DE USAR PARA CALCULAR EXPLICACIONES:

En la mayoría de las situaciones, la explicación de los resultados de un modelo requiere una combinación

de diferentes métodos y métricas propuestos para cuantificar la contribución de las distintas características. Esto implica que sólo los usuarios expertos pueden construir tales explicaciones, ya que este proceso implica una interacción elaborada con el modelo y una comprensión sofisticada de sus características internas y del dominio de aplicación en el que se está utilizando. La falta de disponibilidad de expertos en XAI es un problema cada vez más común, especialmente en los entornos en los que se implementan algoritmos de IA. No es realista esperar que siempre haya un experto en XAI disponible para interactuar con el modelo y proporcionar explicaciones. Como resultado, se han propuesto soluciones para abordar este problema, y una de las soluciones es el desarrollo de lenguajes declarativos para computar explicaciones sobre modelos de IA. Estos lenguajes permiten a los usuarios declarar lo que quieren entender del modelo y permiten a un sistema automático generar explicaciones en lugar de tener que programarlas constantemente. Esta solución puede permitir a los usuarios no expertos comprender mejor los modelos de IA y las decisiones que toman.

CAUSALIDAD:

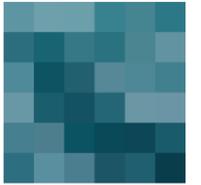
Uno de los principales retos de la XAI en términos de causalidad es la dificultad para identificar y separar las relaciones causales de las correlaciones en modelos complejos. La correlación no implica causalidad y, por tanto, identificar las relaciones causales que conducen a una predicción concreta es crucial para ofrecer explicaciones significativas. Sin embargo, puede resultar difícil distinguir entre las relaciones causales y las correlaciones espurias que pueden surgir de modelos complejos.

Tendencias

Preveamos la aplicación de técnicas de XAI en muchos contextos en un futuro próximo, incluyendo varios contextos que pueden ser de particular relevancia para América Latina. A continuación ofrecemos algunos ejemplos:

TOMA DE DECISIONES POLÍTICAS Y GOBERNANZA:

En nuestra opinión, un área significativa en la que las técnicas de XAI pueden aplicarse en América Latina es la mejora de la relación ciudadano-Estado, con el objetivo de mejorar la transparencia y fomentar la confianza en las instituciones. A medida que aumente el uso de técnicas basadas en datos y algoritmos para analizar situaciones complejas por parte de los gobiernos, será cada vez más importante ofrecer explicaciones satisfactorias a los ciudadanos sobre los resultados de estos procesos. En particular, deben ofrecerse garantías de que estos resultados están libres de sesgos y manipulaciones. Esto es de especial importancia en América Latina, ya que la región tiene una larga historia de inestabilidad política que ha erosionado la confianza de los ciudadanos en sus instituciones.



PLANIFICACIÓN URBANA INTELIGENTE:

La XAI se utilizará de diversas formas para ayudar en el proceso de planificación urbana en el futuro. Por ejemplo, podemos mencionar el uso de técnicas de XAI para apoyar la optimización de la asignación de recursos en diferentes zonas de la ciudad. Al ofrecer explicaciones sobre las decisiones tomadas por los algoritmos de IA en este contexto, como determinar las rutas óptimas para el transporte público o decidir dónde construir un hospital, los planificadores podrán comprender mejor tanto el algoritmo como la propia ciudad. Este conocimiento permitirá afinar y ajustar las estrategias de asignación de recursos para que se ajusten mejor a las necesidades y prioridades urbanas específicas. Una vez más, esto tiene una importancia significativa para América Latina, ya que la eficiencia de la asignación de recursos aborda directamente las condiciones estructurales específicas de la región relativas a la pobreza y la desigualdad.

GESTIÓN DE CATÁSTROFES NATURALES:

América Latina es propensa a diversas catástrofes naturales, como terremotos, huracanes, inundaciones e incendios forestales. Mediante el empleo de técnicas de XAI, los organismos de gestión de catástrofes podrán ofrecer explicaciones transparentes sobre patrones y tendencias, lo que permitirá a los responsables de la toma de decisiones conocer mejor el impacto potencial y la trayectoria de una catástrofe. Además, la XAI también puede contribuir al desarrollo de sistemas de alerta temprana al ser capaz de identificar indicadores precoces de posibles catástrofes.

E. IA y arte

Estado del Arte

Esta sección, que no pretende ser exhaustiva, profundiza en el panorama actual de la integración de la IA con varias formas de arte en toda América Latina. Al igual que en otras regiones, en la última década América Latina ha experimentado un rápido aumento del uso de las tecnologías de IA en las artes. Sin embargo, el uso de estas tecnologías no es homogéneo en toda la región. El acceso a estas tecnologías varía no sólo de un país a otro. También existen grandes discrepancias en el uso de la IA dentro de los países. El acceso a las herramientas de IA depende de muchos factores, como la infraestructura, los niveles de conectividad, el acceso a la tecnología y otras variables socioeconómicas de la región. Sin embargo, esto no ha impedido el uso cada vez mayor de la IA y su impacto en diversas expresiones artísticas.

Los países latinoamericanos presentan un espectro muy heterogéneo de desarrollo tecnológico, que afecta directamente al grado de integración de la IA en las diversas formas de arte. Naciones como Uruguay y Chile, por ejemplo, poseen sólidas infraestructuras digitales, altos índices de penetración de Internet y un amplio acceso a dispositivos de última generación. Esta proeza tecnológica permite a los artistas de estos países adoptar sofisticadas herramientas de IA y profundizar en complejos algoritmos de IA y modelos de aprendizaje automático para su expresión artística. Por otro lado, en países con recursos y avances tecnológicos más limitados, como Bolivia, Paraguay y algunas regiones rurales de países con una infraestructura digital más sólida, los artistas se enfrentan a más dificultades para adoptar plenamente la IA en sus obras. La conectividad a Internet y el acceso a dispositivos avanzados pueden ser limitados, lo que repercute en el alcance y la profundidad de las aplicaciones de la IA. A pesar de estas limitaciones, estos países suelen fomentar colaboraciones únicas (como es el caso de Cuba) con organizaciones y artistas internacionales, que dan lugar a iniciativas creativas de IA.

La IA ha tenido uno de los impactos más “visibles” en las artes visuales de América Latina. El uso del arte visual generado por IA está floreciendo en toda la región. Desde el uso generalizado en fotografía, diseño de presentaciones y creación de sitios web por parte del público en general, hasta usos más sofisticados por parte de artistas profesionales e instituciones. Un rápido vistazo a Internet nos permite ver una serie de sitios y páginas web generados en América Latina que incorporan tecnologías de IA en sus ricos diseños. Las instituciones están integrando técnicas de IA en sus procesos de creación, comisariado de instalaciones, diseños y análisis de datos. Un ejemplo concreto



de esta aplicación es el uso de la IA en algunos museos, donde se ha utilizado para generar exposiciones que incluyen el uso de algoritmos de reconocimiento facial para ofrecer una experiencia más individualizada al público asistente.

Los artistas visuales utilizan cada vez más algoritmos de IA para ayudar en la producción y procesamiento de fotografías, pinturas digitales, esculturas e instalaciones interactivas. Varios artistas están incorporando poesía generada por IA e instalaciones receptivas, en las que la participación del público da forma a la obra de arte en evolución. Otros artistas experimentan con instalaciones impulsadas por IA que responden a datos en tiempo real, produciendo experiencias artísticas inmersivas y siempre cambiantes. Estos son sólo algunos ejemplos de IA aplicada a las artes visuales.

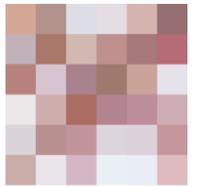
En el ámbito de la música, la IA está siendo utilizada en diversos medios y por diferentes actores, dando lugar a importantes innovaciones. La fusión de IA y música ha dado lugar a innovaciones revolucionarias en América Latina. Músicos y compositores utilizan algoritmos de IA para ayudar en la composición, generar nuevos sonidos y mejorar las actuaciones en directo. Las empresas están aprovechando la IA para ofrecer plataformas de educación musical personalizadas que se adaptan a los estilos de aprendizaje individuales.

El impacto de la IA en la industria musical puede apreciarse en la forma en que se compone, interpreta, comercializa y consume la música. A nivel del consumidor, las aplicaciones y sitios web de música que utilizan IA están revolucionando la forma en que se distribuye, compra y comparte la música. Servicios como Spotify, Deezer, Amazon Music y Apple Music, presentes en América Latina, se basan cada vez más en algoritmos de IA y determinan la forma en que se consume la música en la región. Estos sistemas de recomendación de música basados en IA están ayudando al público a descubrir nueva música y a diversificar sus experiencias musicales.

A nivel de producción, los avances en IA en forma de aplicaciones, plugins y sitios web especializados permiten a personas sin formación musical previa crear música de diversos estilos (hip-hop, jazz, etc.) y con distintos niveles de sofisticación. Algunos de los sitios más utilizados para música generada por IA son Aiva, Amper Music, Mubert, Infinite Music, Jukebox by ChatGPT y muchos más. A nivel profesional, cada vez son más los músicos, compositores y productores que utilizan programas de notación musical (Sibelius, Finale, etc.) y DAW (Digital Audio Workstations) como Logic Pro, Ableton, etc., frente a la forma tradicional de componer con lápiz y papel.

Estos y muchos otros programas y aplicaciones integran cada vez más capacidades de IA en forma de plugins y módulos añadidos a los softwares de producción musical. Algunas de estas herramientas facilitan o automatizan la realización de tareas mecánicas sencillas. Mientras que otras, ofrecen capacidades más sofisticadas que aumentan la producción y facilitan la exploración de nuevas ideas musicales generadas por algoritmos de IA. Aunque todavía son minoría, muchos músicos colaboran con algoritmos de IA para generar melodías, armonías y ritmos.

Por otro lado, la IA está dejando su huella en el ámbito de la literatura y la escritura creativa en América Latina. Se están utilizando algoritmos de procesamiento del lenguaje natural para analizar obras literarias de diferentes regiones del mundo, lo que permite a los autores explorar estilos narrativos y temas innovadores. La IA ofrece a escritores profesionales y no profesionales la posibilidad de investigar temas, crear esquemas, emplear tramas y personajes generados por la IA y muchos otros recursos que ayudan a agilizar y mejorar su proceso creativo. La IA está siendo utilizada por estudiantes de todos los niveles (la IA puede sugerir mejoras, corregir la gramática, ofrecer sugerencias estilísticas, etc.) y cada vez hay más iniciativas para incluir el uso pedagógico de la IA como herramienta de aprendizaje dentro y fuera del aula.

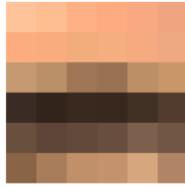


A nivel profesional, en países como Colombia, México y Argentina, por citar sólo algunos, existen varios ejemplos o “colaboraciones” en las que, en asociación con un modelo lingüístico de IA, los autores han experimentado la coescritura de guiones, cuentos y novelas, aprovechando el potencial de la colaboración entre la creatividad humana y la de la IA. Estas experiencias, sin embargo, no están exentas de polémica. Siguen existiendo muchas cuestiones relacionadas con la autoría, los derechos de autor y la compensación a los autores legítimos (algo que trataremos más adelante en este artículo).

La IA también puede ayudar a promover la diversidad cultural y la representación en la literatura latinoamericana. Al analizar diversas obras literarias de la región, los algoritmos de IA pueden ayudar a identificar patrones, temas y puntos en común que destaquen las voces y experiencias únicas de los autores latinoamericanos. Por último, la IA también se está utilizando para mejorar las herramientas de traducción y aprendizaje de idiomas, facilitando el intercambio de obras literarias entre diferentes culturas e idiomas.

Aunque los contenidos generados por IA pueden ser impresionantes, hay quien sostiene que carecen de la profundidad de las emociones y experiencias humanas que hacen atractiva la literatura tradicional.

Para el caso de las artes escénicas, la IA también está cambiando el panorama en América Latina, fomentando colaboraciones interdisciplinarias y ampliando los límites creativos. Las compañías de danza están incorporando tecnologías de IA para crear espectáculos inmersivos, combinando el movimiento con efectos visuales interactivos. En el teatro, se han utilizado chatbots controlados por IA para atraer al público y facilitar experiencias narrativas interactivas. Además, se están empleando tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) potenciadas por IA para crear exposiciones interactivas y envolventes que redefinen el compromiso del público. Aunque potencialmente son una gran herramienta, los problemas de acceso y los altos costes han limitado el uso de estas últimas nuevas tecnologías a muy pocas experiencias en América Latina.



Desafíos

Hay muchos retos y consideraciones éticas que deben abordarse antes de que puedan aprovecharse plenamente todas las ventajas potenciales de la IA. Algunos de los retos más importantes tienen que ver con cuestiones éticas, la parcialidad de los algoritmos de IA, la propiedad intelectual, la dependencia del apoyo externo, las leyes y normativas, y la posible pérdida del toque humano y la intuición.

Los algoritmos de IA pueden perpetuar inadvertidamente los prejuicios culturales presentes en sus datos de entrenamiento, dando lugar a un arte generado por IA que puede carecer de sensibilidad hacia diversas normas culturales. Los algoritmos de IA pueden promover tendencias globales populares en el arte, llevando a la pérdida de expresiones y tradiciones culturales únicas en América Latina. Por ejemplo, si la música generada por IA se basa principalmente en los géneros occidentales dominantes, podría eclipsar los estilos e instrumentos musicales tradicionales latinoamericanos, reduciendo la diversidad cultural. Abordar y rectificar estos sesgos es crucial para garantizar que el arte generado por IA respete y represente la rica diversidad cultural de América Latina.

Así como las herramientas de IA podrían ayudar a “democratizar” la forma en que se produce y consume el arte, a medida que el arte impulsado por la IA gane prominencia, los artistas tradicionales de América Latina podrían tener dificultades para competir con las obras automatizadas y producidas en masa. Por ejemplo, las pinturas generadas por IA podrían inundar el mercado, dificultando a los artistas locales ganarse la vida con sus obras artesanales, lo que provocaría desigualdades económicas en la industria del arte.

Además, existe la preocupación de posibles pérdidas de puestos de trabajo. Hay abundantes pruebas de estudios de animación, publicidad y videojuegos que demuestran que están despidiendo a miembros de sus equipos creativos para reducir los costes de producción mediante el uso de IA. Evitar la pérdida de puestos de trabajo debido a la IA requiere un enfoque proactivo y estratégico por parte de los individuos, las empresas y los gobiernos, fomentando un entorno de colaboración entre los seres humanos y la IA, y centrándose en funciones centradas en el ser humano que aprovechen la inteligencia emocional y la creatividad.

Definir la propiedad y los derechos de autor de las obras de arte generadas por IA plantea complejos problemas jurídicos. Determinar quiénes son los legítimos reclamantes, que podrían incluir al creador del sistema de IA, al artista y al proveedor de la plataforma o del conjunto de datos, requiere una cuidadosa consideración y marcos jurídicos claros. Según el Manifiesto del Colectivo Arte es Ética, uno de los “aspectos negativos comunes a casi todos los modelos de IA del mercado, es que diluyen la autoría de las fuentes de las que derivan sus capacidades a través del aprendizaje profundo”. El proceso de entrenamiento de estos modelos generativos de IA implica el uso de vastos conjuntos de datos de contenido generado por humanos, lo que plantea cuestiones sobre la compensación y la propiedad de dichas obras generadas por IA.

Por otro lado, los artistas de países o regiones con una infraestructura tecnológica limitada pueden tener dificultades para acceder a las herramientas de IA y utilizarlas eficazmente. Los gobiernos y las organizaciones de América Latina deben fomentar el desarrollo localizado de la IA y las iniciativas educativas para reducir la dependencia del apoyo externo y fomentar el crecimiento artístico sostenible.

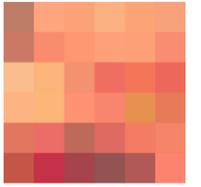
Una dependencia excesiva del arte generado por IA podría restar valor a la creatividad humana y a la profundidad emocional que transmiten las formas artísticas tradicionales. Por ejemplo, un poema generado por IA podría seguir técnicamente todas las reglas de la poesía, pero carecer de las emociones y experiencias genuinas que un poeta humano podría infundir en su obra.

Otras consideraciones éticas tienen que ver con el contenido. Por ejemplo, si una IA crea arte visual que incluya contenido ofensivo o inapropiado, podría dar lugar a controversias y debates sobre el uso responsable de la IA en la expresión artística. Para hacer frente a estos peligros se requiere un planteamiento global en el que participen artistas, desarrolladores, responsables políticos y la sociedad. Esto implica desarrollar algoritmos de IA sensibles a los matices culturales, promover conjuntos de datos de IA diversos e inclusivos, establecer directrices claras sobre los derechos de autor y la propiedad del arte generado por IA, y fomentar un enfoque equilibrado que respete tanto la creatividad impulsada por la IA como la expresión humana tradicional.

Tendencias

Un uso responsable y ético de las tecnologías de IA podría ofrecer muchos beneficios a las artes en la región. Pero cada vez es más imperativo que se establezcan normativas y formas de aplicarlas. La IA permite a los artistas explorar nuevas posibilidades creativas, interactuar con el público de forma innovadora y fomentar colaboraciones interdisciplinarias. La IA podría desempeñar un papel vital en la conservación del patrimonio cultural latinoamericano, facilitando el proceso de digitalización y restauración de obras de arte, tradiciones orales, artefactos antiguos, manuscritos, etc. de incalculable valor. Al conservar y digitalizar estas obras, el uso de la IA garantiza su accesibilidad para las generaciones futuras al tiempo que las salvaguarda del deterioro y la pérdida.

Las herramientas de IA también pueden ayudar a los artistas en la ejecución de tareas mecánicas, permitiéndoles dedicar más tiempo a su proceso creativo. Además, la IA puede servir de catalizador para los artistas, aumentando sus límites creativos y ofreciéndoles nuevas perspectivas. Esta



amplificación de la creatividad anima a los artistas latinoamericanos a explorar nuevos conceptos artísticos y a experimentar con ideas poco convencionales, fomentando una nueva ola de arte innovador y sugerente.

La integración de la IA en la creación artística, si se hace correctamente, también podría ayudar a democratizar el panorama artístico en América Latina. Las herramientas y plataformas impulsadas por la IA podrían llegar a ser más accesibles y asequibles que las herramientas artísticas tradicionales, lo que permitiría a una gama más amplia de artistas, especialmente a aquellos con recursos limitados, participar en la escena artística y compartir sus creaciones con un público global.

En conclusión, la integración de la IA en las artes en América Latina muestra una interacción dinámica entre tradición e innovación. Las aplicaciones actuales de la IA en las artes visuales, la música, la literatura y otras formas de arte podrían ayudar a destacar el potencial creativo de la región, amplificado por los avances tecnológicos. Aunque la IA ofrece numerosas ventajas a la hora de preservar el patrimonio cultural, potenciar la creatividad y democratizar el arte, sigue siendo imperativo abordar las consideraciones éticas, los prejuicios, los problemas de propiedad intelectual y la dependencia del apoyo externo para fomentar una integración más responsable e integradora de la IA en las artes. Al adoptar la IA con conciencia ética, América Latina puede fomentar una escena artística más vibrante y culturalmente resonante que tienda puentes entre el pasado y el futuro.