





# *Deepfakes, educación, optimización, música y diseño:* la IA y los procesos computacionales en la investigación en la UAM

En este artículo se exponen cinco proyectos de investigación que, abocados al uso de procesos computacionales e inteligencia artificial en diferentes áreas, se desarrollan en la Universidad Autónoma Metropolitana, los cuales se espera que tengan un importante impacto en la sociedad y aporten en áreas en que estos procesos están revolucionando diversos campos del conocimiento y del arte.

## Introducción

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha dejado de ser una mera herramienta futurista para convertirse en un componente clave en diversas áreas de la investigación científica y humanística. Los avances que ha tenido la IA están transformando la manera en que la investigación aborda problemas complejos, permitiendo realizar descubrimientos más rápidos y precisos. La capacidad de procesar grandes volúmenes de datos y de aprender de ellos ha hecho que la IA sea indispensable en el análisis de información, la clasificación de resultados y la optimización de procesos.

Las tecnologías digitales, por ejemplo, han revolucionado los procesos creativos, permitiendo explorar nuevas fronteras en el diseño y la innovación. La IA, como parte fundamental de estas tecnologías, ha encontrado múltiples aplicaciones en campos como el arte, la música y el diseño gráfico, impulsando una colaboración entre la creatividad humana y el potencial computacional. La IA no sólo optimiza la producción creativa, sino que también facilita el aprendizaje automático para mejorar aspectos como la eficiencia en la creación de contenido y la personalización de experiencias, desde el diseño de productos hasta la planificación de rutas. Por otro lado, el uso de IA ha avanzado significativamente en áreas como la detección de manipulaciones visuales y auditivas en contenido digital.

De hecho, los laboratorios de inteligencia artificial se han convertido en centros de innovación, donde se desarrollan soluciones computacionales para enfrentar desafíos complejos.

En la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) se desarrollan proyectos de investigación de vanguardia que consideran el uso de procesos computacionales y de la IA, cuyos avances demuestran cómo la IA está moldeando el futuro de la investigación y la creatividad en una variedad de disciplinas. A continuación, se expondrán cinco proyectos de diferentes áreas de la UAM que tienen un impacto importante en la sociedad.

### ■ **Deepfakes y clonación de voz**

■ El avance de la IA en los últimos años ha permitido el desarrollo de herramientas capaces de generar imágenes realistas, redactar textos complejos e incluso componer música. Sin embargo, también han surgido tecnologías controvertidas, como los *deepfakes* y la clonación de voz, las cuales utilizan IA para crear imitaciones altamente realistas de personas, lo que genera preocupación sobre su impacto social.

Aunque la edición de imágenes no es algo nuevo, los *deepfakes* llevan esta capacidad a otro nivel al manipular videos. Estos algoritmos permiten reemplazar el rostro de una persona real por el de otra –la persona clonada– en un video de manera casi indetectable. Los *deepfakes* utilizan IA para automatizar el proceso de sustitución de rostros, generando una falsificación tan convincente que la mayoría de las personas no puede distinguirla de un video original.

De forma similar, la clonación de voz utiliza algoritmos avanzados para replicar características vocales como tono, ritmo y acento, generando audios que parecen pronunciados por la persona clonada y que crean una ilusión de autenticidad.

La combinación de *deepfakes* y clonación de voz ofrece grandes ventajas en áreas como el cine y la publicidad. Por ejemplo, es posible rejuvenecer el rostro de una persona o incluso recrear a una persona fallecida para una película o un comercial. Sin embargo, también presentan riesgos importantes. Las personas pueden ser fácilmente engañadas por

contenidos manipulados, lo que abre la puerta a la desinformación, el fraude y la manipulación de la opinión pública. Se han utilizado en casos que dañaron la reputación de individuos o en fraudes telefónicos, donde los estafadores clonan voces para obtener dinero o información personal.

Los avances en IA son el resultado de un esfuerzo colectivo de muchas personas. Tecnologías como los *deepfakes* y la clonación de voz no sólo dependen del progreso tecnológico, como computadoras más potentes, sino también de las decisiones de quienes entrenan y perfeccionan estos algoritmos.

En el área académica de Optimización e Inteligencia Artificial del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, trabajamos en diversas líneas de investigación relacionadas con la IA. En este contexto, hemos estudiado las implicaciones de tecnologías como los *deepfakes* y la clonación de voz desde diferentes enfoques.

En el caso de los *deepfakes*, exploramos su creación mediante un proyecto de maestría que reveló que son el resultado de algoritmos que requieren grandes cantidades de imágenes de los rostros de dos personas, la real y la clonada, para aprender sus características. Estos algoritmos emplean varias horas de entrenamiento en computadoras especializadas y los resultados suelen necesitar ajustes; por ejemplo, modificar el tamaño del rostro de la persona clonada para que encaje perfectamente en el rostro de la persona real, como una máscara personalizada. El proceso es complejo, ya que implica obtener un amplio número de imágenes, recortarlas para que incluyan sólo los rostros y asegurarse de que muestren las mismas expresiones y ángulos.

Para obtener buenos resultados, las dos personas deben tener estructuras faciales similares y tonos de piel compatibles, entre otras características. Sin embargo, suelen aparecer errores, como bordes visibles de la máscara, cambios en el color de las pupilas, diferencias en el tono de piel o pixelado desigual en el rostro. A partir de estas experiencias, identificamos los errores más comunes en los *deepfakes*, aprendimos a corregirlos y mejorar los resultados. Además, consideramos que compartir esta información fomenta la

conciencia sobre estas herramientas y ayuda a estar más alerta ante videos manipulados.

Para validar nuestras observaciones, organizamos un experimento con dos grupos de personas. Uno recibió una presentación sobre los errores comunes en los *deepfakes* y las diferencias entre videos originales y manipulados. Después de algunos días, ambos grupos contestaron una encuesta para evaluar su capacidad de diferenciarlos. Los resultados mostraron que las personas que conocían los errores eran más capaces de identificar los *deepfakes*, aunque aún era posible engañarlos.

Posteriormente, iniciamos un proyecto de doctorado centrado en la clonación de voz, adoptando un enfoque basado en nuestra experiencia con los *deepfakes*. Sabíamos que la percepción humana podría ser engañada, pero también que la inteligencia artificial podía ayudarnos a detectar manipulaciones. Para ello, usamos una gran cantidad de grabaciones de voz originales y clonadas, disponibles en conjuntos de datos públicos, y diseñamos un algoritmo capaz de distinguir entre audios genuinos y falsificados.

La idea central de nuestra propuesta consistió en transformar cada archivo de audio en una representación visual y luego entrenamos algoritmos para identificar si una imagen correspondía a un audio original o a uno manipulado. Gracias a este enfoque, nuestra propuesta se posicionó entre los mejores algoritmos en esta área al identificar los audios manipulados con gran precisión.

Actualmente, hay esfuerzos constantes de diversos grupos para desarrollar algoritmos que generen *deepfakes* y clonaciones de voz más realistas, mientras que otros grupos crean algoritmos capaces de detectar, con un alto grado de efectividad, videos o audios manipulados.

Los *deepfakes* y la clonación de voz tienen un gran potencial, pero su uso irresponsable puede causar daños. Un desafío ético importante es la responsabilidad: ¿quién responde cuando un *deepfake* afecta la reputación de alguien? Además, el uso no autorizado de la imagen o voz de una persona plantea riesgos de privacidad, ya que el contenido falsificado puede engañar fácilmente y generar confusión social. A pesar de que algunos países están implementando regula-



**Figura 1.** Los *deepfakes* y los problemas éticos del uso de identificadores personales.

ciones más estrictas —como sanciones por suplantación de identidad o daños a la integridad—, las leyes aún no se adaptan con suficiente rapidez a la evolución de estas tecnologías.

La IA ha traído avances extraordinarios, pero tecnologías como los *deepfakes* y la clonación de voz también presentan desafíos significativos, en especial en lo referente a la posibilidad de desinformación y manipulación. Aunque se están desarrollando regulaciones, lo crucial es conocer su existencia y educar sobre sus ventajas y peligros. Esto fomentará una sociedad más crítica hacia la información que recibe y comparte, para reducir así la propagación de información falsa. El reto será equilibrar la innovación con la protección de derechos fundamentales, como la privacidad y la verdad.

 **Laboratorio de Inteligencia Artificial,  
UAM Azcapotzalco: reflexión, investigación  
e intervención en IA**

El Laboratorio de Inteligencia Artificial (LAIA) es producto del esfuerzo coordinado del Departamento de Administración, División de Ciencias y Humanidades y la Rectoría de la UAM Azcapotzalco, para mantener un acercamiento permanente en cuanto a los avances de la IA en diversos campos de estudio.

Su objetivo es integrar, apoyar y promover proyectos de investigación e intervención institucionales sobre la inteligencia artificial, su naturaleza, sus aplicaciones y el impacto que tiene en sectores como la educación, la salud, el gobierno, la economía, la cultura y el derecho, entre otros, desde diversos ámbitos disciplinarios, como la administración, la filosofía, la sociología, la antropología, los estudios organizacionales y la intervención en las organizaciones, por mencionar algunos.

La naturaleza ontológica que da fundamento al LAIA se encuentra en el reconocimiento explícito de que la IA es una extensión de la propia naturaleza del ser humano; es decir, podríamos denominarla una nueva filogenia que nace escindida del propio ser biológico humano, pero que es parte del mismo. De esta manera el término es sólo un accidente histórico que en su momento ayudó a vislumbrar un horizonte tecnológico desconocido, pero que hoy en día estigmatiza una posible naturaleza alterna del ser humano.

En el LAIA buscamos participar en al menos tres sentidos en el cambio paradigmático que la IA está provocando en la civilización: en primer lugar, conociendo en la aplicación misma de la tecnología su utilidad práctica y eficiencia técnica; en segundo, analizando críticamente y con perspectiva multi-

disciplinaria la forma en que su aplicación impacta organizacional y socialmente al ser humano, y por último, dirigiendo su uso hacia proyectos de impacto social con un fundamento axiológico de carácter humanista y de cuidado del ambiente.

Actualmente el LAIA y la Red Institucional de Fortalecimiento de la Economía Social y Solidaria impulsan el Programa de Inteligencia Artificial Estratégica Social y Solidaria (PIAESS), el cual tiene como objetivo apoyar microorganizaciones que estén en vulnerabilidad, como las micro y pequeñas empresas, cooperativas o profesionistas de México y América Latina, a través de la mejora de sus procesos administrativos y sociales, mediante el uso de inteligencia artificial utilizada por estudiantes de nivel superior durante un trimestre en un proceso de intervención organizacional de acompañamiento, pero que mantenga una perspectiva de carácter social, humanista y de cuidado del ambiente.

Con este proyecto se genera un impacto de al menos tres dimensiones. Por un lado, se apoya a las organizaciones más importantes que hay en los países de América Latina; nos referimos a las microempresas, ya que constituyen al menos el 95 % de las entidades económicas y aportan el 70 % del empleo en la región. En este sentido, constituyen un espacio social fundamental de la reproducción económica, además de garantizar la creación y recreación de la realidad social de millones de familias. En segundo lugar, el PIAESS constituye un ejercicio innovador de educación dual con IA al enviar al alumnado a la zona real de las microorganizaciones y ahí realizar un acto de intervención con su consecuente proceso de enseñanza-aprendizaje. Y, finalmente, se tiene un impacto de red entre la comunidad académica y social, universidad-sociedad, enfoque que está escasamente atendido.

El LAIA participa activamente en la creación de una nueva Licenciatura en IA en la UAM Azcapotzalco, que podrá ofertarse muy probablemente a finales de 2025, la cual constituye un proyecto de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) en modalidad semipresencial y que tiene como objetivo: "Formar profesionales en el campo de la inteligencia artificial, con conocimientos teóricos y prácticos en

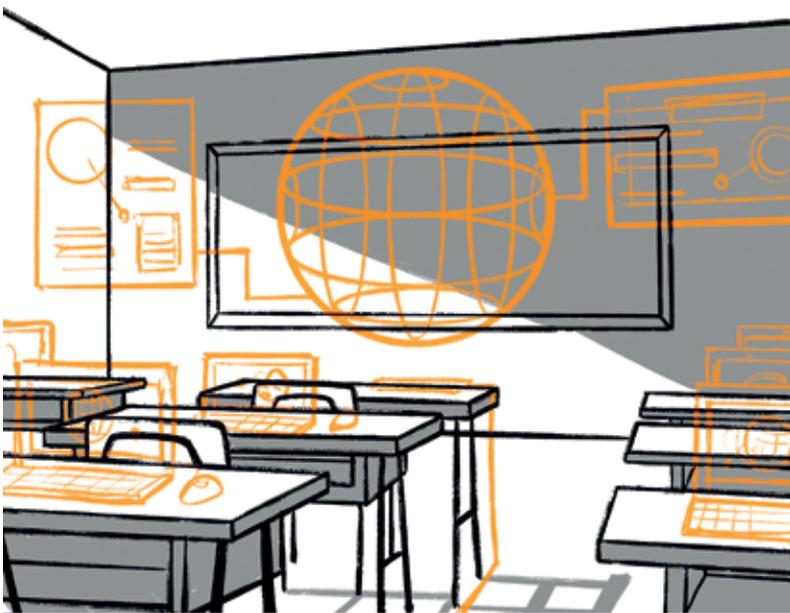


Figura 2. La inteligencia artificial en el aula potencia capacidades y mejora procesos.

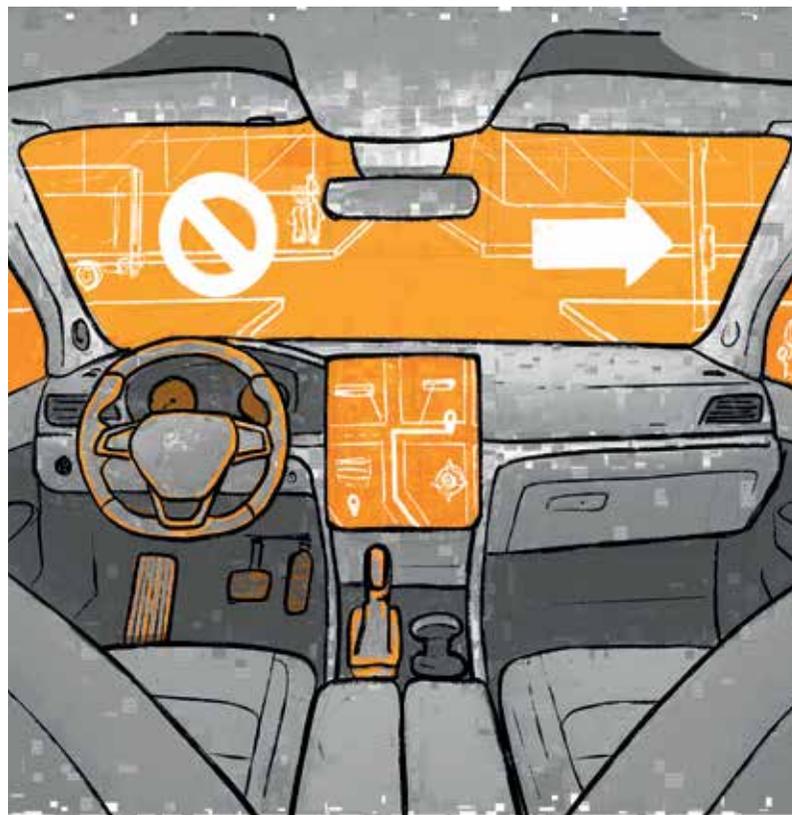
disciplinas que les permitan contar con habilidades técnicas, analíticas y creativas, competentes para diseñar, desarrollar, implementar y evaluar soluciones innovadoras, éticas, responsables, sostenibles y sustentables, a partir de proyectos aplicados, con objeto de resolver problemáticas complejas en diversos ámbitos y sectores de la sociedad”. En este proyecto de la División de CBI participan también las otras dos divisiones de la Unidad, lo que constituye un espacio privilegiado que atiende una demanda de profesionales en IA con sentido social y ético. Por otra parte, la Licenciatura también permitirá mantener, en lo concerniente a metodología, una constante actualización en los temas referentes a la IA, deteniendo una comunidad epistémica particular que responda críticamente a los cambios tecnológicos que se están desarrollando en el mundo.

El LAIA impacta también en tres dimensiones diferentes. En principio, constituye evidentemente una estrategia permanente de difusión de las reflexiones, acciones y propuestas de la comunidad epistémica del LAIA y para ello se han publicado ya tres libros: *El futuro de la IA*, *Ética, transhumanismo y sustentabilidad en la IA* e *Inteligencia artificial en América Latina*. Asimismo, se han publicado dos números de la *Revista IA* en la Universidad y se participa en las principales redes sociales digitales, Facebook, Instagram y Tiktok, con más de 20 mil seguidores y más de 2 millones de interacciones, además de la página <https://iauama.com>. La segunda dimensión que el LAIA ofrece es el propio espacio teórico, epistémico y axiológico de reflexión de quienes participamos en él, principalmente estudiantes, que de otra manera nunca hubieran publicado o al menos hubieran tardado varios años en hacerlo. Finalmente, la tercera dimensión del LAIA es el ejercicio de reflexión teórico-epistemológica para analizar la naturaleza de los artefactos que creamos; por ejemplo, los libros que hemos publicado constituyen en sí mismos objetos de investigación, ya que fueron realizados con IA, y en el primero de los casos, entre la convocatoria, dictaminación, trabajo editorial y trámites legales de autoría, pasaron tan sólo 31 días, lo que genera todo un debate que se añade a los objetos de estudio del LAIA.

### ■ La IA como apoyo para el diseño adecuado de rutas vehiculares

■ El diseño de rutas vehiculares es de mucho interés tanto para usuarios particulares como para compañías de transporte. Uno podría pensar que, con nuestra experiencia, el diseño de una ruta es una tarea trivial, lo cual es cierto siempre y cuando no se diseñe para una ciudad como la de México. La Ciudad de México cuenta con vías rápidas, gratuitas y de peaje, vías primarias y secundarias, lo que nos podría facilitar mucho esta tarea. Sin embargo, dada la concentración de la población, esto se convierte en un reto.

Cuando uno usa aplicaciones de navegación como Waze o Google Maps, éstas generalmente emplean dos criterios principales para mostrar sus opciones: distancia y tiempo. Para ambas opciones, si es que hay tramos de peaje en las rutas, también muestran cuánto habría que pagar, pero no se considera un criterio primario. De aquí que, cuando queremos diseñar la “mejor” ruta, podríamos tomar en cuenta, además de distancia y tiempo, otras medidas de lo



■ **Figura 3.** La inteligencia artificial auxilia en la optimización de acciones y procesos diarios.

que quiere decir “mejor”; por ejemplo, costo, seguridad y comodidad, entre otras.

Encontrar la “mejor” ruta es una labor difícil debido a la cantidad de opciones que tenemos (calles, avenidas, calzadas, bulevares, rutas elevadas, autopistas urbanas, etc.) y cada una de ellas aporta cierto nivel de distancia, tiempo, costo, seguridad y comodidad a la ruta. Si una ruta es la más corta, más rápida, más barata, más segura y más cómoda, seguramente ésa es la “mejor”, aunque generalmente no es fácil encontrar una ruta así, si es que existe.

Formalmente, éste es un problema de “optimización”, porque el objetivo del problema es encontrar la solución óptima, es decir, encontrar “la mejor” ruta. Actualmente, existen muchas técnicas que nos ayudan a resolver este tipo de problemas; sin embargo, la eficacia de dichas técnicas depende en gran medida de la cantidad de posibles opciones para formar una ruta.

Un problema de optimización es difícil porque, para encontrar la solución que mejor lo resuelva, es preciso evaluar computacionalmente todas las alternativas para saber cuál de ellas es la mejor. Esto es considerablemente costoso en términos de tiempo de cómputo, aun cuando tuviéramos acceso a las supercomputadoras más modernas y sofisticadas del planeta.

Afortunadamente, también existen otros métodos que, a pesar de que no garantizan encontrar las mejores soluciones a problemas de optimización, sí logran proponer opciones buenas que cumplen con ciertos criterios de calidad. Por ejemplo, si al trazar una ruta vehicular de un punto a otro queremos hacer no más de una hora, cualquier solución que ponga menos de 60 minutos será buena.

Por otro lado, ¿cuántas veces hemos usado Waze o Google Maps para trasladarnos de un lugar a otro en un vehículo y, de repente, el tiempo faltante no se reduce, sino aumenta? Esta situación se debe principalmente al incremento de tráfico en las zonas o en los segmentos de la ruta que faltan por recorrer, y este comportamiento no debería ser ajeno. Es más, las aplicaciones de navegación deberían considerar esta condición cuando se presenta cotidianamente a la misma hora y en el mismo lugar. Aquí

es donde entra el uso potencial de la inteligencia artificial como apoyo para el diseño de rutas vehiculares. Sabemos que hoy en día existen muchas aplicaciones modernas que “aprenden automáticamente” de circunstancias pasadas para apoyarnos en la toma de decisiones. Bueno, para el diseño de rutas no es diferente.

Por ejemplo, sabemos que en las zonas escolares se intensifica el tráfico entre la 1:00 y las 3:00 de la tarde, invariablemente. Entonces, si una aplicación de este tipo diseña una ruta que atraviesa o incluso se acerca a una zona escolar, debería “predecir” el tiempo adicional que tomará circular por estas zonas y así dar un tiempo estimado más cercano a la realidad, para no llevarnos la sorpresa de que el tiempo de tránsito se agudiza.

De esta forma, si el módulo de inteligencia artificial de la aplicación de navegación tiene acceso a datos históricos de tráfico y aprende de éstos, podría sugerir mejores rutas de acuerdo con la hora del día y las zonas que son consideradas por las diferentes alternativas.

En el Cuerpo Académico “Inteligencia Computacional” de la UAM Cuajimalpa, trabajamos en el análisis de este tipo de problemas, para proponer y evaluar algoritmos de optimización apoyados con métodos de aprendizaje automático. Además, en el proyecto de investigación “Inteligencia computacional aplicada al análisis y resolución de problemas en redes”, se estudian problemas de optimización en redes, entre los cuales las redes vehiculares son un caso particular.

### ■ **Diálogo entre la IA y el arte: ■ ¿imitación o imaginación?**

■ Una de las áreas de investigación dentro del Departamento de Artes y Humanidades de la UAM Lerma es el empleo de tecnologías digitales en los procesos creativos. Por tal motivo, es natural que en el equipo se realice investigación en el campo de la inteligencia artificial aplicada desde diferentes perspectivas a distintos procesos artísticos que pueden ir desde la automatización de tareas simples y repetitivas, hasta modelar, en teoría, diferentes

propuestas de generación automática sin intervención humana.

A través de la Convocatoria de “Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera. Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022” del antes Conahcyt, llevamos a cabo un proyecto denominado: “La imaginación artística como paradigma de investigación científica; datos urbanos para la generación de conocimiento, a través del uso de inteligencia artificial”. En este proyecto utilizamos un pequeño clúster de seis unidades de procesamiento gráfico (GPU) de gran tamaño para entrenar Redes Generativas Adversativas (GAN, por sus siglas en inglés). Las GAN son un proceso computacional que posibilita la creación de nuevos materiales con propiedades similares a las del material de entrada. En otras palabras, se trata de una red capaz de generar nuevos materiales a partir de una base preexistente. En el contexto del proyecto, el objetivo es aprovechar las GAN para generar audio, imagen y video derivado de registros audiovisuales de la Ciudad de México, así como revisar los alcances estéticos de estas tecnologías y observar cómo estos materiales dialogan con los procesos creativos de los artistas involucrados en el proyecto.

Es importante destacar que la mirada con la que se aborda el proceso tecnológico pone en el centro de la investigación la capacidad actualmente irremplazable de la imaginación humana. Si bien es cierto que las evidencias en el desarrollo científico, particularmente en el campo de las neurociencias computacionales, permiten imaginar que en un futuro se puedan modelar máquinas con imaginación y habilidades equivalentes a las del cerebro humano, los logros del campo de la inteligencia artificial general (IAG) nos indica que aún faltan muchas piezas del rompecabezas para emular lo que conocemos como imaginación humana. La IAG es la IA que, en términos coloquiales, alcanza el libre albedrío, en contraposición con la IA que resuelve problemas acotados.

Ante esta realidad es que nos preguntamos, más allá de la moda, más allá del efecto mediático que tienen las grandes empresas al insertar el concepto de inteligencia artificial en el discurso social a manera de “grial salvador” y, sobre todo, más allá de



**Figura 4.** La inteligencia artificial podría completar piezas inconclusas compuestas por grandes personas compositoras.

los innegables alcances que se tienen en este momento y que son visibles al utilizar plataformas como ChatGPT, DeepSeek, Dall-E, entre otras: ¿cuál es el verdadero alcance creativo de la IA en el terreno del arte? ¿Que reemplaza, que imita y, sobre todo, qué propone la IA en el terreno del arte? ¿Cómo influyen las bases de datos con las que se entrenan los grandes modelos de IA comercial en la generación de los resultados? ¿En qué momento podemos marcar la transición de la imitación, la variación y la recombinación a la originalidad?

En el terreno de lo humano, una discusión formal acerca de conceptos como la imaginación, el talento y la creatividad deberá contemplar también el proceso de aprendizaje –formal o informal–, la repetición, la atención y por ende la enseñanza. ¿De qué manera aprendieron los “grandes genios” a realizar su trabajo? El estudio en la historia del arte nos permite observar cómo las ideas artísticas evolucionan y de qué manera una propuesta particular deriva de una recombinación de ideas anteriores, sin descartar, obviamente, la aportación puntual de individuos particulares que tuvieron la inteligencia de hacer transformaciones más allá de lo establecido en un momento y contexto determinado. Hasta cierto umbral todos los humanos estamos posibilitados de imaginar ideas originales y desarrollar las técnicas necesarias para materializar propuestas artísticas, a

través de la práctica y el estudio de materiales equivalentes. En otras palabras, la imaginación humana es un proceso de aprendizaje, exploración, entrenamiento y estudio de ejemplos. ¿Son estos procesos transferibles a los entornos digitales?

Dicho lo anterior, existe la dificultad de plantear la posibilidad de que mecanismos computacionales puedan proponer materiales originales. Tal vez, de manera totalmente especulativa, la respuesta radica en conceptos como “autoconciencia”, “expresividad” y “sentimentalidad”. Los mecanismos computacionales sin autoconciencia podrán tal vez aprender, repetir e, incluso, plantear materialidades nunca antes vistas; sin embargo, por el momento, los creadores más talentosos estarán un paso más adelante, marcando la pauta de lo que es posible y no posible.

A manera de analogía, es probable que en la creación artística suceda lo que aconteció con el ajedrez en los años noventa. En algún momento los procedimientos computacionales creados por humanos generaron algoritmos que en la actualidad le ganan a cualquier humano, incluso a los mejores del mundo; sin embargo, el juego del ajedrez continúa y se beneficia de la existencia de dichos algoritmos. En el arte puede ser que suceda lo mismo: las máquinas producirán poesía, novelas, películas y música, y a final de cuentas, serán un elemento más en el curso del arte.

El empleo de los procedimientos que, en su conjunto, definen el campo de la inteligencia artificial en el campo de las artes, la música y el análisis de sonido tiene aplicaciones atractivas e interesantes de valor social, industrial y cultural. Sin lugar a dudas, la IA agilizará procesos, democratizará procedimientos y pondrá en manos de muchas personas posibilidades creativas básicas complejas hasta el momento. En el terreno de la investigación, ayudará a entender mecanismos y procesos creativos, funcionando a manera de microscopio, apoyando procesos de inferencia, deducción y abstracción de conceptos.

Como creador, los algoritmos de generación de materiales de manera mecánica serán un recurso más dentro de la paleta de posibilidades que simplificará parte de mis procesos y me permitirá generar metáforas

y recursos creativos. Sin embargo, por el momento no hay evidencias cercanas de poder crear una inteligencia artificial general con autoconciencia expresiva que logre simple y llanamente “imaginar”, sino que hemos estado utilizando el término para recursos regenerativos.

Es conocida la historia del llamado Turco mecánico, ese dispositivo de mediados del siglo XVIII que simulaba ser un autómatas que jugaba al ajedrez, pero que en realidad escondía en su interior a un maestro humano experto en el juego. Como creador involucrado con la relación entre el arte, la tecnología y el desarrollo computacional, en este particular momento de la evolución sociotecnológica, me intrigan más los humanos jugadores de ajedrez escondidos bajo las mesas que los turcos mecánicos simulados. Estos humanos con sus habilidades para integrar imaginación y cómputo son, en mi opinión, los verdaderos artistas contemporáneos, y ahí radica la importancia de estudiar y entender los procedimientos computacionales que están detrás de estos modelos generativos. Resulta importante incluir la reflexión dentro de los espacios universitarios.

### ■ Herramientas para el diseño

■ La IA está revolucionando la producción gráfica en el diseño de productos, al ofrecer beneficios como la automatización de procesos, la exploración de nuevas ideas, la optimización de recursos, la personalización, mejoras en la calidad e integración de impresión y fabricación digital.

Como parte del desarrollo de la tesis doctoral titulada *Modelo de proceso para identificación visual a partir de íconos*, realizada en la UAM Azcapotzalco, se aplicaron procesos computacionales que brindaron la posibilidad de trabajar con un banco de datos de más de mil imágenes de iconografía proveniente de la indumentaria indígena de Chiapas, México, de forma eficiente. La meta del proyecto fue crear, a partir de la iconografía, un lenguaje visual digital nuevo con la posibilidad de usarse en múltiples productos de diseño (estampados, impresiones, entre otros) evitando así la apropiación cultural. Esto es gracias a que las propuestas del lenguaje visual digital

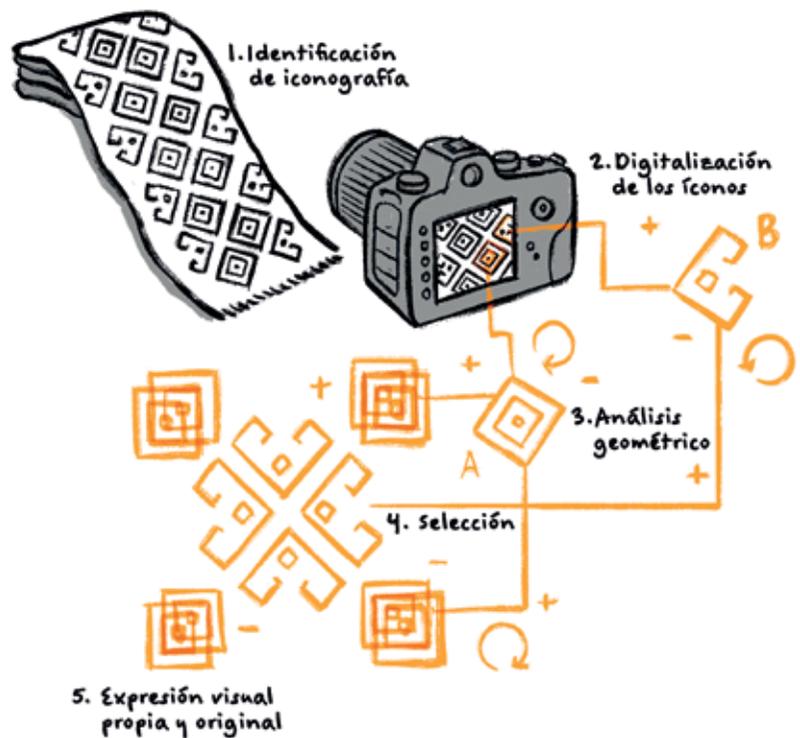
son producto de un análisis en el que se fragmenta la iconografía manteniendo sólo sus cualidades formales para obtener a partir de ellas una expresión visual propia.

Este trabajo se desarrolló en tres etapas: investigación de campo, análisis y generación de propuestas de diseño con procesos computacionales; en este texto, sólo se presenta la parte del análisis visual y se describe la forma de operar computacionalmente los desarrollos gráficos.

El análisis visual se hizo con base en un proceso de identificación visual de íconos de las muestras recopiladas; se trabajó con siete comunidades del estado de Chiapas, de los grupos lingüísticos tzotzil y tzeltal por ser grupos representativos en la producción de textiles e indumentaria indígena de México, que incluye diversos motivos susceptibles de trasladarse a lenguaje visual digital, a modo de preservación y difusión de la cultura prehispánica mexicana. Cada ícono está compuesto de elementos geométricos más elementales que llamamos abstracciones visuales. Cada abstracción visual se identifica con una letra para ir formando un “alfabeto” de los elementos geométricos que componen una única prenda.

Las muestras recopiladas fueron 255 prendas de indumentaria y se identificaron un total de 1 275 íconos. El análisis visual implica identificar íconos manualmente y son de dos tipos: simétricos y asimétricos. Los íconos que son simétricos, al manipularse, deben mantenerse como agrupaciones de formas simples para preservar su “identidad visual” o cualidades estéticas que permiten reconocerlos. Por otro lado, con base en las entrevistas realizadas con expertos, se optó por trabajar el análisis de los íconos geométricos solamente, debido a que la mayoría de los grupos trabajan formas de este tipo, aunque cabe mencionar que existen excepciones. El análisis visual de íconos tiene cuatro pasos, para dar lugar al quinto (véase la **Figura 5**):

1. Identificación de iconografía en indumentaria indígena.
2. Digitalización de los íconos identificados.
3. Análisis geométrico visual a partir de isometrías (simetría, asimetría).



**Figura 5.** El análisis visual de íconos tiene cuatro pasos, para dar lugar al quinto: 1) identificación de iconografía en indumentaria indígena, 2) digitalización de los íconos identificados, 3) análisis geométrico visual a partir de isometrías (simetría, asimetría), 4) selección de abstracciones visuales (éstas alimentan a la herramienta computacional); finalmente, 5) se produce una expresión visual propia y original.

4. Selección de abstracciones visuales (éstas alimentan a la herramienta computacional).
5. Finalmente, se produce una expresión visual propia y original.

Para el análisis, se trabajó por medio de operadores o controladores tales como: reflexión horizontal y vertical (imagen espejo), traslación horizontal y vertical (estiramiento), rotación, yuxtaposición horizontal y vertical (empalme), y escalamiento (agrandamiento o encogimiento). Con estos ocho operadores se pueden realizar combinaciones que, con el uso de un solo ícono, permiten generar una infinidad de nuevos patrones variables.

El uso de los procesos computacionales potenció la capacidad de desarrollo de propuestas visuales y facilitó el análisis de datos; sin embargo, el *análisis visual* se realizó manualmente (por medio de la vista), lo que valida el hecho de que el diseñador es quien identifica y selecciona la muestra de datos que

alimenta al programa de generación de propuestas visuales. Así, es indispensable que el especialista, en este caso la persona diseñadora, sea quien realice el desarrollo del alfabeto gráfico.

A modo de conclusión:

- El proyecto puede beneficiarse enormemente de la inteligencia artificial, pues ésta puede desarrollar por sí misma íconos y abstracciones visuales, así como la generación automatizada del alfabeto que a su vez alimenta la generación de las propuestas gráficas. Para ello se requiere de un banco de datos mayor que permita a la IA reconocer o identificar patrones de comportamiento en la iconografía.
- Hay que aclarar que en esta investigación nos apoyamos en bibliografía y fuentes de origen etnográfico, que define la iconografía de cada grupo lingüístico.
- La herramienta computacional diseñada para este proyecto, llamada Iconos Frame, nos dio el apoyo para la generación de propuestas gráficas y se logró trabajar con la mayor parte de la información recopilada, lo que manualmente habría llevado mucho más tiempo.
- El *modelo de proceso* desarrollado y puesto en práctica en la investigación es aplicable a otros bancos iconográficos provenientes de indumentaria o textiles de las diversas regiones de México y el mundo, pero también se puede usar con iconografía proveniente de objetos cerámicos, joyería, pintura, escultura y edificaciones, entre otros.

La sección “*Deepfakes* y clonación de voz” fue escrita por el doctor Eric Alfredo Rincón García; el apartado “Laboratorio de Inteligencia Artificial, UAM Azcapotzalco: reflexión, investigación e intervención en IA” es una aportación del doctor Óscar Lozano Carrillo; “La IA como apoyo para el diseño adecuado de rutas vehiculares” es un texto del doctor Abel García Nájera; “Diálogo entre la IA y el arte: ¿imitación o imaginación?” contó con la redacción del doctor Hugo Solís García, y “Herramientas para el diseño” fue escrito por la doctora Sandra Rodríguez Mondragón, ellas y ellos adscritos a la Universidad Autónoma Metropolitana.

#### Eric Alfredo Rincón García

UAM Iztapalapa  
rincon@xanum.uam.mx

#### Óscar Lozano Carrillo

UAM Azcapotzalco  
exato@azc.uam.mx

#### Abel García Nájera

UAM Cuajimalpa  
agarcian@cua.uam.mx

#### Hugo Solís García

UAM Lerma  
h.solis@correo.ler.uam.mx

#### Sandra Rodríguez Mondragón

UAM Azcapotzalco  
srm@azc.uam.mx

#### Lecturas sugeridas

Revista IA UAM-A, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Disponible en: <Inteligencia Artificial UAMA – Explorando la IA para un uso social | Inteligencia Artificial UAMA>, consultado el 4 de marzo de 2025.

Pajuelo Morán, J. C. y C. Álvarez García (1999), “¿Inteligencia Artificial? ¿Contra quién?”, *Puertas a la Lectura*, 6-7:61-68. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1075316>, consultado el 4 de marzo de 2025.

Reyes-García, C. A., E. F. Morales Manzanares, H. J. Escalante Balderas y A. A. Torres-García (eds.) (2019), *Aprendizaje e inteligencia computacional*, México, Academia Mexicana de Computación. Disponible en: <https://www.amexcomp.mx/media/publicaciones/aprendizaje-e-inteligencia-computacional-2019.pdf>, consultado el 4 de marzo de 2025.

La Universidad Autónoma Metropolitana ofrece diferentes licenciaturas y posgrados relativos a cómputo e inteligencia artificial:

#### **Azcapotzalco**

- Licenciatura
  - Licenciatura en Ingeniería en Computación
- Posgrado
  - Maestría en Ciencias de la Computación
  - Maestría y doctorado en Ingeniería de Procesos
  - Maestría y doctorado en Optimización
  - Maestría y doctorado en Diseño y Visualización de la Información

#### **Cuajimalpa**

- Licenciatura
  - Licenciatura en Ingeniería en Computación
  - Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información
- Posgrado
  - Maestría y doctorado en Ciencias Naturales e Ingeniería

#### **Iztapalapa**

- Licenciatura
  - Licenciatura en Computación
  - Licenciatura en Ingeniería Electrónica
- Posgrado
  - Maestría y doctorado en Ciencias y Tecnologías de la Información

#### **Lerma**

- Licenciatura
  - Licenciatura en Ingeniería en Computación y Telecomunicaciones
  - Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Mecatrónicos Industriales
  - Licenciatura en Educación y Tecnologías Digitales