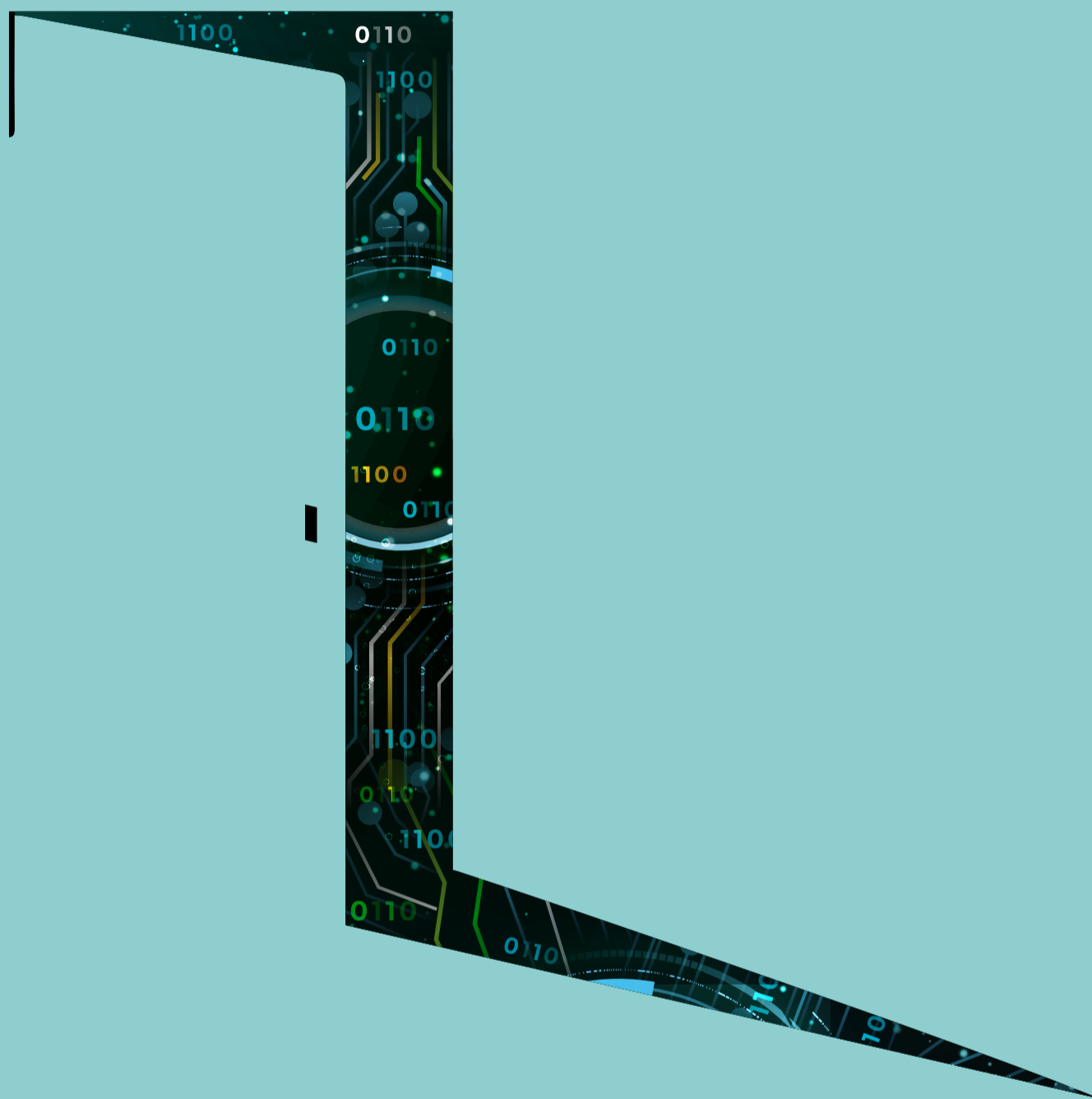


# Periódico

PUBLICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# UNAL



## LUCES Y SOMBRAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Modelos matemáticos y computacionales que buscan resultados similares a los que produciría una persona irrumpen hoy en la vida humana: trabajo, justicia, diagnósticos médicos, hacer arte y hasta producir música están mediados por la IA. En este especial, *Periódico UNAL* analiza los alcances y límites de esta ciencia informática, y destaca desarrollos tecnológicos que investigadores de la UNAL adelantan en los campos de la salud, la seguridad, la ecología y el agro, entre otros.

Nº 229 / junio 2023  
ISSN 2981-3654  
unperiodico\_bog@unal.edu.co  
Bogotá, Colombia

Periódico **UNAL**



Descarga la App  
Compatible con iOS y Android



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



ALBERTO DELGADO, doctor en Cibernética, profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL)

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL SIN LÍMITES, PERO CON REPAROS

La IA ha cambiado el trabajo y el empleo: vehículos sin conductor; servicios en hospitales, hoteles y restaurantes; diagnósticos médicos, y máquinas que escriben, pintan o producen música son solo algunos de los escenarios. ¿Pero qué pasa con la privacidad? ¿Pueden las máquinas reemplazar nuestras relaciones interpersonales? La reflexión ética y de normatividad queda abierta y no se puede ignorar.

FOTO: Tobias Schwarz / AFP

LA IA ES UN CONJUNTO de modelos matemáticos y computacionales utilizados para procesar nuestros símbolos y representaciones con el propósito de generar resultados equivalentes a los que produciría una persona. Para sintonizar sus parámetros numéricos estos modelos requieren datos, es decir ejemplos generados por humanos.

Uno de los paradigmas actuales de la IA son las redes profundas -modelos parametrizados inspirados en una aproximación de la neurona biológica- que para su entrenamiento requieren grandes cantidades de datos (sintonizar parámetros), además de una gran capacidad computacional.

Cuando las redes profundas se aplican a los datos aportados por muchas personas se puede extraer información útil para trazar políticas de bienestar o realizar acciones positivas. Sin embargo, los datos con sesgos históricos o adquiridos sin autorización generan problemas, e incluso pueden ser utilizados por elementos criminales para causar daño. Por eso, diferentes entidades del mundo han formulado principios éticos y desarrollan normatividad para maximizar los impactos positivos y limitar los daños causados por malos actores.

### LA CONJETURA DE DARTMOUTH

En 1955 los investigadores John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon propusieron el estudio "Proyecto de investigación de verano de Dartmouth sobre inteligencia artificial", que sería desarrollado por 10 personas en 2 meses, durante el verano de 1956 en el Uni-

versidad de Dartmouth - Hanover, Nuevo Hampshire (Estados Unidos).

Dicho estudio empieza a partir de la conjetura que dice que "el aprendizaje y otros aspectos de la inteligencia humana se pueden describir de tal forma que una máquina los puede simular".

Hoy, desde el punto de vista de un ingeniero, la conjetura equivaldría a la pregunta: ¿cómo los modelos matemáticos codificados en computadores pueden emular manifestaciones de la inteligencia humana?

En su momento, los autores de la propuesta no proyectaron el desarrollo de productos para un mercado en el que los humanos y las máquinas se pueden considerar como similares y competir por ciertas tareas.

Esto último puede sugerir que los científicos e ingenieros necesitan conocer aspectos fundamentales de las ciencias humanas y sociales para reflexionar sobre los posibles impactos que las tecnologías tienen en las personas y las sociedades.

Hoy, siete décadas después, se puede afirmar que la conjetura de Dartmouth es correcta y que mejora gradualmente con más datos y nuevos avances en la capacidad computacional. En la actualidad, grandes compañías especializadas en tecnología digital trabajan en la dirección de la conjetura, y varias empresas ofrecen al mercado productos con IA capaces de procesar nuestros símbolos y representaciones para realizar predicciones y clasificaciones.

Una muestra son los modelos computacionales multimodales, los cuales pueden procesar imágenes, texto o discurso para

producir resultados equivalentes al procesamiento con nuestra inteligencia.

Sin embargo, frente al cerebro y la inteligencia humana, estos sistemas de IA presentan múltiples desventajas, entre ellas alto consumo de potencia, tamaño considerable, aprendizaje lento con miles de ejemplos y sesgos de todo tipo, al usar datos históricos en un mundo que discute y transforma -para el bien común- sus valores, su ética y su moral. A esto se suma que la IA no está encarnada en el mundo, no hay entendimiento ni sentido común.

### LOS ALCANCES DE LA IA

La privacidad se puede ver afectada por la IA, ya que los datos mejoran el desempeño y la personalización de la herramienta, pero cómo acceder a los beneficios de la IA y mantener nuestra privacidad garantizando que nuestros datos no terminen en manos de actores equivocados?

La IA permite vigilar, perfilar y manipular personas; esto último tiene múltiples niveles y depende de las intenciones, buenas o malas, de terceros. ¿Qué ocurre en una democracia, en un país, si las personas viven en burbujas de información manipuladas y polarizadas, sin pensamiento crítico ni capacidad de análisis, marionetas de pequeños grupos que deciden por todos?

Empatía y antropomorfización son dos características nuestras que se pueden manifestar al interactuar con la IA, pues proyectamos nuestros intereses y emociones hacia la máquina y creemos que detrás de la interfaz hay algo más que un programa, incluso alguien que podría

percibir conciencia o espiritualidad detrás de las respuestas.

Por su evolución, el ser humano es social (Ubuntu, somos por los demás), y partiendo de ahí, ¿qué efectos tiene en un ser humano reemplazar su tejido social por una máquina? ¿Cómo se transforma el trabajo en una sociedad donde humanos y máquinas realizan las mismas tareas, pero estas últimas son más eficientes para el mercado? El trabajo puede tener un significado adicional para las personas, no solo un medio para obtener un ingreso.

Múltiples organizaciones, en el mundo y en el país, han formulado principios éticos para las aplicaciones de la IA. Estos principios son solo recomendaciones, que por presiones del mercado pueden ser ignorados al desarrollar y comercializar productos con IA.

Además, se habla de la necesidad de dar un paso adelante, desde los principios éticos hasta la normatividad legal. En este caso, Colombia necesita conversar sobre la IA y sus aplicaciones, educar a todos los niveles en estas herramientas, diseñar una normatividad para su uso y aprobar o modificar la legislación correspondiente.

¿Qué significa ser humano, procesar símbolos y representaciones como la IA actual? ¿Es posible lograr conciencia, sensibilidad en las máquinas, hace falta algo? ¿Cómo es una sociedad en la que humanos y máquinas trabajan en cooperación mutua, qué cambia? ¿Dónde necesita Colombia de la IA? ¿La educación en IA y sus aplicaciones son un tema necesario a todo nivel? ¿Los beneficios inmediatos de la IA pueden causar daños a largo plazo?

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, conjetura de Dartmouth, sesgos.

# ¿El trabajo del ser humano será totalmente sustituido por una MÁQUINA?



BRAZO ORGANIZADOR DE ESTANTES desarrollado en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes Robotizados (LabSIR) de la Facultad de Ingeniería de la UNAL SEDE BOGOTÁ. FOTO: Nicol Torres / Unimedios.



La gigante IBM se prepara para despedir a cerca de

7.800

trabajadores que serían reemplazados por la IA.



Algunos despidos en empresas como Meta y Salesforce apuntan a exceso de contratación durante la pandemia por COVID-19.



Microsoft y la matriz de Google, Alphabet, despidieron a

22.000

trabajadores en los últimos meses, para apostar por la IA.

ALEJANDRA SELMA PENALVA,

catedrática de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social, Universidad de Murcia (España)

Hay que admitir que las nuevas tecnologías se han incorporado -de forma pacífica y con sorprendente rapidez- a todos los ámbitos de la vida, dando paso a una sociedad digital. El teletrabajo ya no es el principal reto que deberán enfrentar las relaciones laborales en la sociedad digital actual, sino la incorporación de la IA a las empresas. La Cuarta Revolución Industrial ha llegado.

HASTA AHORA UNO de los principales rasgos que identificaba esta nueva etapa era que muchas más actividades de las imaginadas en un principio también se pueden desarrollar a distancia, gracias a los avances telemáticos.

Aunque hasta hace pocos años hubiera resultado totalmente inimaginable, ahora los quehaceres sociales, culturales, académicos, e incluso deportivos, se pueden desarrollar sin necesidad de realizar desplazamientos de ninguna clase, desde la tranquilidad del propio domicilio. Esta situación tiene sin dudas importantísimos efectos en el ámbito laboral, dando lugar a un enorme avance del teletrabajo -como modalidad de prestación de servicios- en todos los sectores productivos.

Esta forma abrumadora de modernización de los procesos productivos está creciendo a un ritmo vertiginoso, dando lugar a lo que ya se puede calificar incluso como la Cuarta Revolución Industrial.

La IA ha demostrado ser mucho más inteligente incluso que lo que en un primer momento pudieron prever los informáticos más optimistas, sorprendiendo a la sociedad, los usuarios, los medios de comunicación, e incluso a sus propios creadores, con habilidades hasta hace poco impensables. Llega a desempeñar sus cometidos de forma más rápida y efectiva de lo que lo hubiera hecho un trabajador humano.

Cabe aclarar que no estamos hablando ahora de robots con forma humanoide que pretenden sustituir a trabajadores de carne y hueso, sino simplemente de aplicaciones informáticas que se pueden

instalar en cualquier computador o teléfono celular, pero que son capaces de desempeñar múltiples funciones.

### LO QUE VIENE

Cuando la IA se implante de forma generalizada en el ámbito empresarial será cuando despliegue sus consecuencias más arrolladoras, generando, en esta búsqueda incansable de la rentabilidad, numerosos despidos colectivos. El objetivo es conseguir, a corto plazo, máquinas que no solo ejecuten ciertas tareas como lo hubiera hecho un ser humano, sino que también tomen decisiones, demuestren aprendizaje y tengan capacidad de solucionar problemas.

Y ya se está logrando. Aunque por el momento la aplicación de la IA a los procesos productivos todavía está en un proceso inicial, ya se está demostrando que llega incluso a desarrollar sus cometidos tan efectivamente como lo hubiera hecho un trabajador humano, a elaborar escritos perfectamente coherentes, justificados y con una redacción exquisita, y a solucionar problemas más rápida y eficientemente de lo que lo hubiera hecho cualquier persona, siendo muchas veces imposible diferenciar si ha sido un hombre o una máquina la encargada de llevarlos a cabo.

En definitiva, lo que hasta hace pocos años se consideraba como poco menos que magia, hoy ya es una realidad indudable. Desde el punto de vista teórico, la IA será capaz de eliminar los "inconvenientes" que la mano de obra humana lleva apa-

rejados. Y no nos referimos solo al deber de cotizar a la Seguridad Social, pues esta tecnificación cualificada de los procesos productivos reduciría el margen de error inherente a toda actividad humana.

Al mismo tiempo, eliminaría los límites a la jornada diaria de trabajo exigidos en la legislación laboral, la necesidad de salvaguardar la seguridad y la higiene en el lugar de trabajo, la retribución salarial mínima, el derecho a disfrutar de vacaciones anuales retribuidas, la necesidad de formalizar los contratos de trabajo, justificar la temporalidad de la mano de obra, abonar indemnizaciones en caso de cese de los trabajadores, registrar la jornada de trabajo, garantizar la igualdad en la empresa entre mujeres y hombres, sustituir a las personas en situación de baja médica, y ofrecer flexibilizaciones de las condiciones de prestación del servicio por motivos de conciliación, entre otros.

En último término, cuando la IA deje de ser un proyecto en fase de desarrollo y pase a estar en condiciones de implantarse de manera generalizada en los procesos productivos, generará el efecto de suplir de forma sustancial las necesidades empresariales de mano de obra, con la importantísima reducción de los gastos fijos que ello lleva aparejado.

### ¿ESTAMOS PREPARADOS?

Llegados a este punto surge la gran duda: ¿podrá nuestro mercado de trabajo hacerle frente a este gran cambio? Los nuevos yacimientos de empleo que las recientes

necesidades tecnológicas de la sociedad del siglo XXI han ido generando, ¿serán capaces de absorber la mano de obra excedente? En otras palabras: ¿las nuevas profesiones podrán sustituir a las clásicas en lo que respecta al número de personas empleadas y el tiempo de dedicación?

En resumen, estas son las luces y sombras del modelo productivo de la Industria 4.0: aunque se puede presentar como el paradigma de calidad, eficiencia, flexibilidad y novedad, e incluso de salvaguarda del medioambiente, esconde un enorme riesgo: ¿el ser humano, como fuerza de producción, podrá ser totalmente sustituido por la máquina gracias a los avances vertiginosos de la tecnología?

Y es que son ellas las que tienen que asumir el compromiso ético de identificar cuáles serán las profesiones del futuro (actualmente desconocidas), en las que previsiblemente se reubicará la mano de obra excedentaria de los sectores robotizados (y en las que se confía para garantizar la subsistencia del empleo), y en consecuencia adaptar sus titulaciones y planes de estudios.

En conclusión, las universidades serán las encargadas de poner un poco de luz en un escenario incierto, permitiendo dar una respuesta rápida a los requerimientos laborales que se presentarán en este futuro inminente que se acerca a pasos agigantados.

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, teletrabajo, Cuarta Revolución Industrial, robots, empleos.

1 <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>

¿PERO QUÉ OCURRIRÍA si una mente dispone de todo el conocimiento, tanto el acumulado por generaciones durante siglos como el generado en el último minuto?

Por primera vez en su historia, la humanidad se encuentra en las condiciones –y en la necesidad– de responder a ese interrogante, a consecuencia del desarrollo exponencial de la inteligencia artificial (IA), una respuesta que no es muy tranquilizadora.

#### UNA PROMESA ENVUELTA EN TEMORES

Desde mucho antes de su existencia real ya estuvo presente el temor a la IA, aunque no fue sino hasta 1956 cuando el informático John McCarthy (1927-2011) acuñó el concepto de “inteligencia artificial” durante la Conferencia de Dartmouth, considerada en los anales de la disciplina como su hito fundacional.

En 1823 Mary Shelley (1797-1851) publicaba su novela germinal *Frankenstein o el moderno Prometeo*, inaugurando así un género que unía los adelantos científico-técnicos con las peores pesadillas de la humanidad.

Esas mismas pesadillas no han tardado en airearse con la puesta de distintos programas y aplicaciones que le muestran a toda la sociedad actual a la IA trabajando en directo, escribiendo textos, dando información, generando imágenes nuevas.

El ChatGPT, lanzado el 30 de noviembre de 2022, consiguió antes de fin de año decenas de millones de usuarios, que además se multiplicaron exponencialmente en los meses siguientes.

A la misma velocidad crecieron los temores por las implicaciones que en todos los sectores tendría el uso masivo y anónimo de esta nueva tecnología, augurando toda suerte de catástrofes: desde despidos masivos hasta la generación de supermentes controladoras del futuro de la humanidad.

Tanto fue el temor, que el Congreso de Estados Unidos creó una comisión para analizar el impacto de la IA, y Sam Altman –director ejecutivo de OpenAI, empresa creadora del Chat GPT– fue uno de los primeros llamados en las comparecencias.

Altman se encaminó hacia la *críti-hype*, o crítica hacia la tecnología, que termina generando más publicidad, y dijo: “mi peor miedo es que esta tecnología salga mal. Y si sale mal, puede salir muy mal”. Esto encendió el furor legislativo de los congresistas y dibujó un horizonte siniestramente atractivo para conspiranoicos de todo pelaje.

Lo que en realidad había detrás de dichas declaraciones era una búsqueda por controlar el surgimiento de compañías que compitieran con OpenAI, dejando que esta disfrutara de su holgada posición de privilegio. Menos incidencia mediática, pero más significativa, tuvo la salida de Geoffrey Hinton de Google, donde había apadrinado la IA para hablar libremente de los peligros que entraña dicha tecnología, lo que reactivó los peores temores sobre la nueva tecnología.

Muchos menos aireados fueron los testimonios –en dicho foro legislativo y en el Parlamento Europeo– de otros expertos que limitan el alcance de la IA señalando el cambio estructural que supondrá su uso (como lo fue la multiplicación de computadores personales o teléfonos celulares en las décadas pasadas), pero sin suponer ningún riesgo apocalíptico como algunos vaticinaron con celeridad tuitera.

#### EN LA SEGURIDAD PÚBLICA

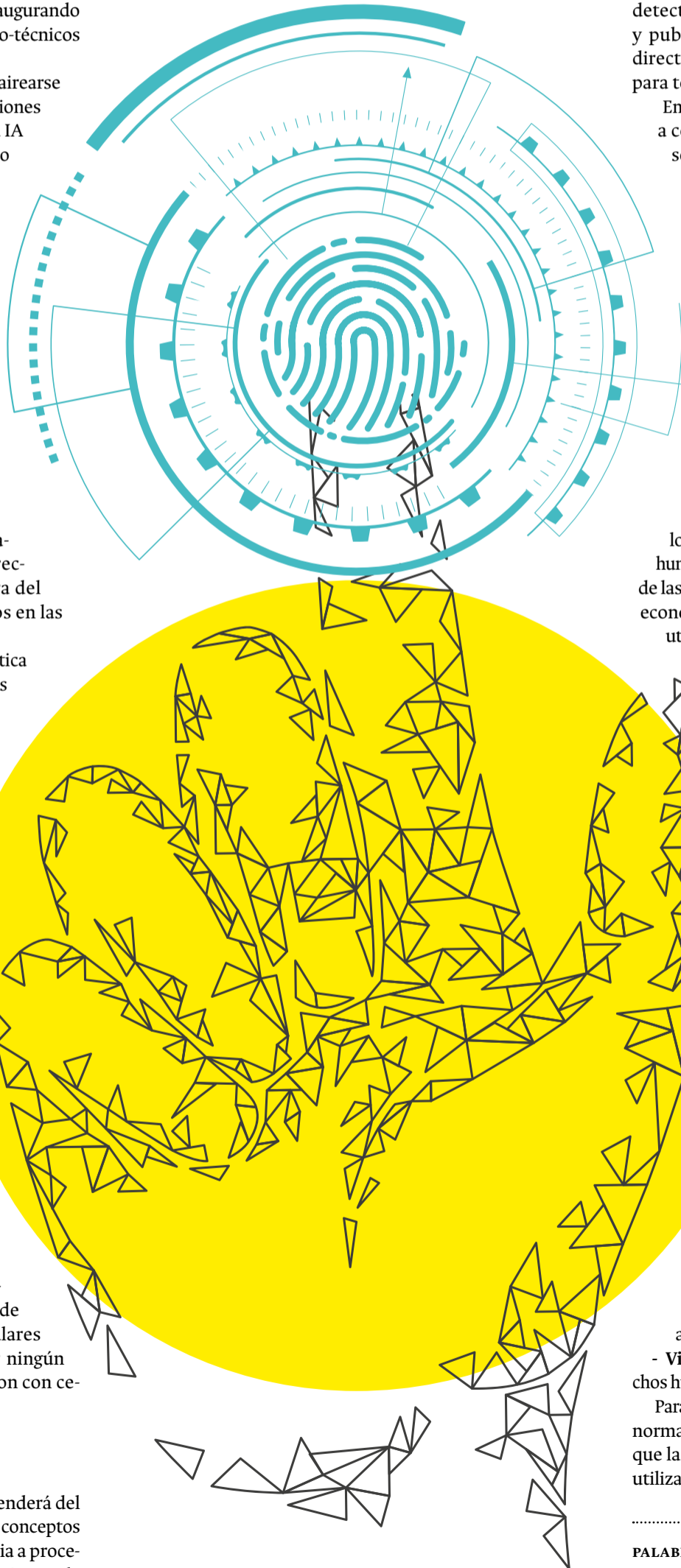
Como siempre, la tecnología es neutra y dependerá del uso que se le dé. La IA y el *machine learning* (dos conceptos que suelen ir juntos, pero que hacen referencia a procesos diferentes) tendrán un impacto significativo en la

# Seguridad ciudadana y uso de la IA

“Lo peor del conocimiento es no disponer de él”, sentenció con ironía el filósofo inglés John Locke (1632-1704) ante un auditorio contrario en una de las cumbres del pensamiento adelantada en la segunda mitad del siglo XVII, una época no precisamente escasa de grandes intelectuales cuya influencia en ámbitos muy diferentes llega hasta el presente.

ISIDRO SEPÚLVEDA,

doctor en Historia y profesor titular de Historia Contemporánea de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España



seguridad pública, y ya lo están teniendo, aunque de forma más discreta.

En cuanto a la ciberseguridad, esta puede ayudar a los equipos de tecnologías de información a administrar un mayor número de amenazas de una forma rápida, efectiva y práctica. Además, esta tecnología puede aumentar significativamente la seguridad de la ciudadanía y de las infraestructuras críticas.

Los ámbitos y aplicaciones más importantes son:

- **Prevención del crimen:** se puede utilizar para analizar grandes cantidades de datos y patrones de comportamiento a fin de identificar áreas de alto riesgo y prevenir el crimen. Ya se están aplicando en los sistemas de vigilancia inteligente, que pueden detectar patrones sospechosos de

movimiento en áreas urbanas y alertar a las autoridades pertinentes para tomar medidas preventivas.

- **Monitoreo de las redes sociales:** al hacerlo, se pueden detectar posibles amenazas a la seguridad ciudadana y publicaciones con lenguaje violento o amenazas directas, pudiendo alertar a los cuerpos de seguridad para tomar medidas preventivas.

En cuanto a las limitaciones y los riesgos sistémicos a considerar, probablemente el más trascendente sea el vinculado con los sesgos en la toma de decisiones –a los que estas pueden ser susceptibles–, lo que podría tener consecuencias negativas para la seguridad ciudadana. Un ejemplo ya denunciado ha sido el empleo de un sistema de reconocimiento facial con un sesgo racial que resulte en una identificación errónea o una detención injusta.

Sin embargo, es en el área de la privacidad y la protección de datos donde las autoridades legislativas están poniendo más énfasis. La recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos pueden plantear serias preocupaciones en cuanto a la preservación de la privacidad y la seguridad de los datos personales.

Esta preocupación se extiende a la defensa de los derechos civiles, y por extensión de los derechos humanos. Aunque la IA puede mejorar la calidad de vida de las personas al ayudar a abordar problemas sociales, económicos y medioambientales, también se puede utilizar para violar los derechos humanos a través de prácticas indeseadas ejecutadas por individuos o compañías que utilicen esta tecnología.

#### USOS NEGATIVOS DE LA IA

- **Represión de la libertad de expresión:** China, Rusia y la guerra de Ucrania la usan para monitorear y censurar la libertad de expresión en línea.

- **Discriminación:** al programarla para tomar decisiones discriminatorias basadas en el género, la raza, la religión u otras características personales, en la toma de decisiones que atiendan el empleo, la vivienda y la atención médica; y por supuesto a la privacidad, al recopilar y analizar grandes cantidades de datos personales y poder utilizarla para realizar un seguimiento de las actividades en línea de las personas y su comportamiento en la vida real (visitas, traslados, compras, gustos).

- **Reemplazo de trabajadores:** los sindicatos están preocupados por esta situación que podría llevar a una disminución en el número de empleos disponibles en sectores determinados, especialmente vinculados a la administración, gestión y creación.

- **Vigilancia y seguridad:** lo que puede limitar los derechos humanos a la privacidad y la libertad de movimiento.

Para abordar estos problemas es importante establecer normas éticas y legales para el uso de la IA, y además que las personas estén informadas sobre cómo se está utilizando la IA y cómo afecta sus derechos.

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, seguridad pública, *machine learning*.

# Educación, crucial para enfrentar los "pasos de gigante" de la IA

MARÍA ALEJANDRA MORENO TINJACÁ,  
Editora Periódico UNAL Digital



FOTO: Christelle Alix / Unesco.

Conocer, entender, crear y dominar la IA son objetivos que le interesan a gran parte del mundo. Para alcanzarlos, la educación es la piedra angular que toma relevancia en un escenario competitivo que avanza a pasos de gigante. Así lo propone Gabriela Ramos, subdirectora General de Ciencias Sociales y Humanas de la Unesco, en entrevista exclusiva para Periódico UNAL.

LA EXPERTA SE REFIERE al panorama de la IA en América Latina, los principales retos y la importancia de la ética para no cruzar límites. Hace apenas unos años no podíamos imaginar que –como en una película de ciencia ficción– algún día existirían máquinas inteligentes capaces de solucionar tareas cotidianas que requieren de la inteligencia humana. Sin embargo, esta es la realidad que el mundo enfrenta hoy, absorto entre la expectativa, la emoción y la incertidumbre por los impactos que esta tecnología pueda ocasionar.

Sus efectos son centro de conversación en escenarios para la toma de decisiones, como en el Foro Económico Mundial, que en su *Informe sobre el futuro del empleo 2023* destacó que “es probable que muchas funciones de oficina o secretaría disminuyan rápidamente debido a la IA, y que los puestos de especialistas en IA y aprendizaje automático, analistas y científicos de datos, y especialistas en transformación digital crezcan rápidamente”.

Dos escenarios que necesariamente deben tener la capacidad de adaptarse a los retos laborales y a los espacios cotidianos que están permeados por la tecnología. “No puede seguir pasando que los ingenieros o técnicos sean los únicos que entiendan cómo se hacen las tecnologías y su potencial, cuando al final del día estas son difundidas en todo lugar. Esto requiere un enfoque multidisciplinario”, precisa la experta Ramos.

Respecto a la IA, actualmente en Colombia se ofrecen 891 programas de educación superior clasificados en los campos de “Desarrollo y análisis de *software* y aplicaciones”, y “Electrónica y automatización”. El 25% (223 programas) se ofrecen en nivel de posgrado, según la Subdirección de Desarrollo Sectorial, a partir de datos del SACES<sup>1</sup> del Ministerio de Educación Nacional (MEN). Pese a que hay 190.835 estudiantes matriculados, un desafío importante en el

país es “la falta de conciencia y educación sobre IA. Muchas personas no comprenden sus implicaciones, lo que puede generar conceptos erróneos y resistencia a su adopción”, como asegura la ministra de Educación, Aurora Vergara Figueroa.

Otro desafío es la brecha digital no solo en Colombia sino en el mundo, pues el 50% de la población no está conectada a internet, y quienes lo están no lo saben utilizar de forma eficiente.

“No quedarse atrás” es la premisa de las potencias mundiales, que tienen claro que la IA requiere inversiones.

Según el estudio “AI Index Annual Report 2023” –publicado por la Universidad de Stanford con datos de NetBase Quid–, entre 2013 y 2022 Estados Unidos fue el principal mercado del mundo en inversiones privadas en IA, con una inversión de 248.900 millones de dólares, seguido de China con 95.100 millones de dólares, y de Reino Unido con 18.200 millones de dólares.

Según la subdirectora de la Unesco, “la concentración de esta tecnología puede generar peligros como sesgos en estereotipos y discriminación, pues deja sin participación al Sur global y a América Latina. Por eso es importante que los Gobiernos desarrollen sus sistemas e inviertan en ciencia y tecnología”.

Frente a esos peligros, la recomendación de la Unesco es “evitar a toda costa la manipulación basada en sesgos cognitivos”. También existe el primer “Acuerdo mundial sobre la ética de la IA”, que promueve, asegura y protege los derechos humanos y el derecho a la dignidad humana. Se trata de una base normativa global que permitirá construir “un sólido respeto por el Estado de derecho en el mundo digital”.

En noviembre de 2021, los 193 Estados miembros –incluida Colombia– adoptaron

la Recomendación. Sin embargo, algunas empresas no someten sus creaciones a la evaluación antes de salir al mercado, para identificar, por ejemplo, si los datos son confiables, o si, por el contrario, tienen alguna anomalía. Un ejemplo claro es el Chat GPT-4.

Al respecto, la subdirectora Ramos puntualiza: el Chat GPT alcanzó el mercado por motivos comerciales y geopolíticos y no por motivos humanos. Entonces hay que tener reglas para asegurarnos de que hay una evaluación antes, esto es muy importante y no se hizo. [...] Los Gobiernos tienen que acelerar sus capacidades, las reglas, las legislaciones, y normar estas tecnologías de una manera eficaz para estar mejor posicionados para aprovechar sus oportunidades.

La experta habla además del panorama en Colombia, del rol de la educación y de la ética.

**Periódico UNAL (PU): ¿qué se necesita para aprovechar el potencial de la IA?**

**Gabriela Ramos (GR):** se necesitan más ciudadanos educados, con una educación de calidad para poder dotar a las personas con las competencias y con los conocimientos que se requieren para un mundo en donde la información y el conocimiento es tan abundante, y también donde hay que hacer una discriminación entre la buena y la mala información. Además, es claro que el fundamento de la IA son los modelos matemáticos, entonces volvemos a la necesidad de tener buenas matemáticas en los colegios y en las universidades. Sin acceso a la educación de calidad, el riesgo es quedarse atrás y ver cómo otros controlan las tecnologías, ¡eso no puede suceder!

**PU: ¿cómo va Colombia en temas de IA?**

**GR:** Colombia está interesada en seguir las recomendaciones de la Unesco. En este momento estamos en un proceso para aplicar una herramienta para medir el estado de la preparación de los países frente a la IA, que se hará en 40 países; Colombia, Chile y México están en proceso de revisión, ya daremos resultados.

**PU: ¿cómo el Chat GPT puede impactar en los procesos de la educación?**

**GR:** lo que preocupa es el proceso de aprendizaje mismo: cuando les das a los estudiantes una cantidad masiva de in-

formación y les pides que hagan una síntesis, que saquen las cosas más importantes; es una técnica tan antigua como los griegos, en la que priorizar la información, hacer un resumen e identificar lo más interesante les permite fortalecer habilidades analíticas y críticas. Cuando el chat lo hace, ahí es donde se puede impactar el proceso del desarrollo cognitivo.

**PU: ¿cuál cree usted que es el mayor peligro?**

**GR:** millones de decisiones en el mundo se están tomando con base en recomendaciones de la IA; si no nos aseguramos de que son inclusivas, que los datos son de calidad; si no aseguramos que no vamos a dar paso a nuestros sesgos y a nuestros peores sentimientos en los algoritmos, al final lo que sucederá es que estaremos frente a sociedades más polarizadas y con problemas en términos de la salud de nuestras democracias. Es importante tener conciencia de que, si no se tiene un marco de referencia sólido, que incentive a poner como prioridad el florecimiento de las capacidades humanas y la inclusión en las tecnologías, estaríamos ante un escenario con impactos nocivos y negativos.

**PU: ¿cómo va Colombia en temas de IA?**

**GR:** Colombia está interesada en seguir las recomendaciones de la Unesco. En este momento estamos en un proceso para aplicar una herramienta para medir el estado de la preparación de los países frente a la IA, que se hará en 40 países; Colombia, Chile y México están en proceso de revisión, ya daremos resultados.

**PU: ¿cómo el Chat GPT puede impactar en los procesos de la educación?**

**GR:** lo que preocupa es el proceso de aprendizaje mismo: cuando les das a los estudiantes una cantidad masiva de in-

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, Chat GPT, educación, Unesco, Gabriela Ramos.

<sup>1</sup> Sistema de Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior.



## Juzgamiento penal artificial autónomo, una realidad aún imposible

Aunque la IA se presenta hoy como un auxiliar eficiente de justicia que por ahora no tiene la transparencia necesaria para tomar una determinación autónoma de culpabilidad penal que asegure su objetividad, esto puede cambiar en un futuro.

**NICOLÁS MARIO GRANDI,**

abogado, investigador del Observatorio de Cibercrimen y Evidencia Digital en Investigaciones Criminales de la Universidad Austral (Chile)

**EN EL DERECHO PENAL,** la IA se puede estudiar y analizar a partir de dos campos: el dogmático, que vincula la responsabilidad por los daños generados, y desde su función dentro del procedimiento penal.

En el primer caso se considera la posibilidad de que, en un futuro, ante un delito cometido por una IA (como robos o ataques) que actuó de manera independiente, sea esta, y no su creador, quien responda penalmente por ese hecho. Para entrar en el segundo campo es necesario dilucidar si los *softwares* inteligentes pueden ayudar al proceso penal en dos momentos: la investigación y el juicio.

En el primer momento, la IA se presenta como una herramienta útil gracias a su capacidad de procesar grandes cantidades de información, incluyendo pruebas forenses, historiales criminales y otros datos que permiten proporcionar una imagen completa y detallada de los eventos investigados.

En países como Estados Unidos y el Reino Unido los sistemas de IA se utilizan para analizar pruebas de ADN y otros datos forenses con el fin de identificar patrones y pistas que puedan ser relevantes para la investigación. Un ejemplo es el sistema ShotSpotter (empleado en Estados Unidos), un detector de disparos inteligente que mediante cámaras de seguridad permite escuchar y triangular el sonido de disparos de armas de fuego, comunicándolo en tiempo real a la policía para rastrear con mayor facilidad a quien haya disparado.

De manera similar, estos sistemas también se pueden utilizar para comparar y corre-

lacionar datos de los registros telefónicos y financieros, lo que puede ser especialmente útil en casos de fraude, corrupción o delitos económicos, una labor que le llevaría mucho tiempo a un operador judicial y que una IA puede efectuar en cuestión de minutos. Así, ayudaría desde el principio del proceso para que este sea más rápido y eficaz.

En el segundo momento, es decir en el juicio, esta tecnología perdería su fuerza pues allí el magistrado es quien debe analizar los datos aportados y dialogar con la prueba. Es ahí cuando los testigos hablan, expresan sus emociones y surgen las contradicciones, y los sistemas inteligentes aún no están capacitados para tener un cabal conocimiento del lenguaje y sus matices, máxime en un sistema acusatorio.

Sin embargo, estos sistemas sí pueden ser útiles en esta etapa para sistematizar información, jurisprudencia, redactar argumentos generales, hacer breves despachos o dictámenes, o efectuar análisis de posibles reincidencias, pero siempre bajo la vigilancia de un humano.

Tampoco se puede soslayar que para tener un sistema inteligente que aplique autónomamente la ley -máxima la penal- este debe tener como requisito indispensable su explicabilidad, es decir que toda determinación que tome pueda ser explicada y entendida.

**LA IA NO SUSTITUYE EL JUICIO HUMANO**

Algunas discusiones éticas respecto a la IA señalan que esta está plagada de sesgos y

que muchas veces se desconfía de las determinaciones que toma pues se desconoce cómo llegó a ese resultado.

Por eso, para generar sistemas de decisión penal transparentes y justos, es necesario abordar tres áreas clave, a saber:

1. Desarrollar algoritmos que sean transparentes y explicables: esto es fundamental para que los ciudadanos comprendan cómo se toman las decisiones y puedan confiar en que estas son justas y objetivas. Para lograrlo, es necesario que los procesos utilizados por la IA sean fácilmente comprensibles y verificables. Además, estas deben dejar de lado el oscurantismo y ser diseñadas para explicar cómo se llegó a una decisión particular, lo que permite que se investiguen los errores y se corrijan las decisiones equivocadas.

2. Abordar los sesgos y prejuicios en los datos utilizados por los sistemas de IA, y con los cuales fueron entrenados. Los datos históricos y los patrones culturales pueden contener prejuicios y sesgos que llevarán a decisiones injustas. Para evitar esto, los desarrolladores deben trabajar para eliminarlos y garantizar que sus sistemas sean lo más justos y equitativos posible en su aplicación en el sistema judicial.

3. Someter los sistemas inteligentes a una evaluación rigurosa y continua, no solo por parte del Estado sino también de diferentes ONG. Los sistemas de IA pueden ser entrenados con conjuntos de datos históricos que contienen prejuicios o sesgos culturales, por lo que es necesario que se realicen pruebas y auditorías regu-

lares para identificar y corregir cualquier problema. Esto es especialmente importante en casos penales, en los cuales las decisiones pueden tener consecuencias graves y duraderas sobre la libertad de las personas involucradas.

Por último, es fundamental que estos sistemas se combinen con el juicio humano. Aunque la IA puede ser muy útil para procesar grandes cantidades de información, la decisión final debe ser tomada por una persona. La IA puede proporcionar información y análisis útiles para ayudar a los jueces a tomar decisiones informadas, pero no se debe ver como una alternativa sustitutiva del juicio humano.

En resumen, aunque la IA puede ser una herramienta valiosa para mejorar la eficacia y eficiencia del sistema penal, por ahora no puede garantizar que su decisión sea justa y objetiva, y es por ello que la supervisión humana aún es necesaria.

A futuro, después de que los sistemas sean probados y demuestren un funcionamiento transparente, comprensible y justo, la IA podría tener un rol más preponderante dentro del sistema penal, no solo como auxiliar de la justicia sino también como una primera instancia autónoma resolutoria que luego pueda ser revisada en segunda instancia por un humano, pero eso solo lo dirán el tiempo y el devenir tecnológico.

**PALABRAS CLAVE:** juzgamiento penal, inteligencia artificial, sistema penal.

## URGEN POLÍTICAS SOBRE PRODUCCIÓN DE CONTENIDO CON IA

Durante los últimos dos años se han divulgado con entusiasmo extraordinarios avances en el desarrollo de tecnologías asociadas con la IA, cuyo auge ha llevado a buscar cómo adaptar, y, en ciertos casos, replantear la forma como los seres humanos nos relacionamos con la generación de nuevo conocimiento. Pero, ¿qué pasa con la normativa sobre propiedad intelectual?

**JOSÉ DANIEL RENGIFO MARTÍNEZ,**

abogado, asesor en propiedad intelectual de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL)



**PARA EL DERECHO,** y en particular para el derecho de propiedad intelectual (PI), establecer cómo aplicar o crear normas que permitan poner en práctica los procesos de creación de conocimiento que involucran IA ha significado un reto sin precedentes. En efecto, desde septiembre de 2019, la Organización Mundial de la PI ha venido desarrollando diálogos para construir políticas relacionadas con PI e IA<sup>1</sup>.

El derecho de autor, una de las diferentes ramas del derecho de PI que establece derechos para los autores de obras artísticas y literarias, merece una atención especial. El auge de la IA le ha traído dos grandes retos al derecho de autor: (i) el de la autoría sobre contenidos generados por la IA, y (ii) el del uso de obras artísticas y literarias de otros autores o titulares en los procesos de creación de contenidos que involucran IA.

Respecto al reto de la autoría, la pregunta clave es quién puede considerarse como autor y titular de derechos de autor sobre obras generadas por IA. Por ejemplo, la normativa aplicable en Colombia establece que el autor es la persona física que crea la obra<sup>2</sup>. Así, la creación generada por la IA carecería de autor, y en consecuencia de titular de derechos de autor, por lo que la obra generada por IA estaría en dominio público, es decir que podría ser utilizada libremente por la sociedad.

Recientemente en EE. UU. se negó una solicitud de registro de las imágenes de

un cómic de Kristina Kashtanova generadas por la IA Midjourney, debido a la ausencia de autoría humana<sup>3</sup>; de hecho, la Oficina de Derechos de Autor expidió lineamientos asociados con el registro de obras que contienen material generado por IA, reiterando que el derecho de autor protege a los autores humanos<sup>4</sup>.

Respecto al reto del uso, la pregunta clave a responder es hasta qué punto la IA puede "alimentarse" de contenidos de otros autores o titulares para generar obras. Existen diferentes plataformas que permiten generar imágenes a partir de instrucciones dadas por un ser humano, como la recién mencionada Midjourney, Dall-E2, o Stable Diffusion, las cuales se alimentan de datos con base en los cuales establecen patrones, y a partir de estos crean reglas que les permiten realizar juicios y predicciones.

En ese sentido, el reto del uso se deriva de los datos que utilizan estas plataformas para establecer patrones: imágenes (y descripciones de imágenes) en bancos de imágenes que pueden contar con derechos de autor.

A finales de 2022, las artistas Sarah Andersen, Kelly McKernan y Karla Ortiz demandaron a Stability IA, Midjourney y DeviantArt por utilizar sin su autorización obras de su autoría en bases de datos, a partir de las cuales la IA genera imágenes con el estilo de las artistas demandantes<sup>5</sup>.

En un sentido similar, a principios de 2023 el servicio fotográfico Getty Images demandó

a Stability IA por reproducir millones de imágenes de cuyos derechos de autor es titular, para generar imágenes a través de Stable Diffusion. Dicha demanda se da porque sus términos y condiciones establecen la prohibición de reproducir sin su autorización las imágenes que pone a disposición de sus usuarios, incluyendo la minería de datos<sup>6</sup>.

**¿QUÉ PASA CON LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS?**

En los casos anteriores, las decisiones de jueces y cortes empezarán a aclarar el camino sobre derechos de autor frente a la generación de contenidos por IA, pues persisten preguntas como las siguientes: cuando se alimenta de bancos de obras, ¿la generación de obras por parte de la IA constituye un acto de transformación de dichas obras (que requeriría la autorización del titular del derecho de transformación), o un mero uso de ideas (no protegidas por derecho de autor)?

En países con regímenes de derecho de autor, como Colombia, ¿debería existir en la normativa aplicable una limitación al derecho de autor que le permita a la IA este tipo de usos? ¿O deberíamos apelar a un régimen de derecho de autor estricto, donde los desarrolladores de IA deban propender porque sus plataformas se alimenten únicamente de contenidos debidamente licenciados?

Estas preguntas resultan relevantes para entender el reto del uso de IA y del

derecho de autor frente a otra tecnología globalmente popular durante los últimos meses: el Chat GPT, el cual se alimenta de información disponible en la web para construir las respuestas que busca el usuario con el que interactúa.

Así, si un usuario de Chat GPT pretende obtener información de dicha plataforma para luego utilizarla en algún escrito u obra literaria de su autoría, existe una alta probabilidad de que esté infringiendo derechos de autor de otros autores, pues en las citaciones de Chat GPT se han evidenciado problemas de fondo, como citación de fuentes inexistentes, citación incorrecta de fuentes, o ausencia de citaciones, entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, son claros los retos que la IA supone para el derecho de autor en su concepción clásica. De ahí la importancia de que, desde la academia, y desde los diferentes foros nacionales, regionales e internacionales, se discutan posibles soluciones a estos retos, pues el auge de la IA crece a pasos agigantados, y las controversias jurídicas apenas empiezan a brotar en las cortes.

**PALABRAS CLAVE:** derechos de autor, inteligencia artificial, Chat GPT.

1 [https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial\\_intelligence/conversation.html](https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial_intelligence/conversation.html)

2 *Ibidem*.

3 <https://www.theverge.com/2023/2/22/23611278/midjourney-ai-copyright-office-kristina-kashtanova>

4 <https://www.federalregister.gov/documents/2023/03/16/2023-05321/copyright-registration-guidance-works-containing-material-generated-by-artificial-intelligence>

5 [https://ipwatchdog.com/wp-content/uploads/2023/02/Andersen\\_et\\_al\\_v\\_Stability\\_AI.pdf](https://ipwatchdog.com/wp-content/uploads/2023/02/Andersen_et_al_v_Stability_AI.pdf)

6 *Ibidem*.



UN INFORME DE FINDETER muestra que con el actual sistema pensional colombiano, el porcentaje de adultos mayores que accedería a una pensión no supera el 25 %. Foto: Jeimi Villamizar / Unimedios.

## El algoritmo usado para calcular la capacidad de cotización en la **REFORMA PENSIONAL**

JUAN ESTEBAN CORREA RODRÍGUEZ, periodista Unimedios - Sede Bogotá

La información de 27 años de cada persona que ha cotizado para pensión en Colombia –con características como edad, género y número tanto de semanas cotizadas como de salarios mínimos sobre los que cotizó– constituye la base de datos creada por investigadores de la UNAL para darle un sustento económico a la nueva reforma pensional. Con esto, un algoritmo predice la capacidad de cotización de esta, cálculo que no se había realizado antes para un proyecto de esta índole.

**¿CÓMO HACERLO?** Desde la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la profesora Alejandra Sánchez, directora de la Maestría en Actuaría y Finanzas y líder del proyecto con el profesor Óscar López, del Departamento de Matemáticas, asegura que “con el modelo sabemos que sin reforma todo resultaría más costoso, ya que para 2024 se gastarían más de 15 billones de pesos, mientras que con la reforma la cifra es de menos de 14 billones de pesos y disminuye cada año hasta llegar a una diferencia de casi 9 billones de pesos en 2030”.

Para modelar los posibles cambios de cada cotizante actual y futuro se trabajó con más de 800 millones de registros de colombianos que cotizaron en algún periodo de su vida entre 1994 y 2021, los cuales se obtuvieron de las bases de datos tanto de Colpensiones como de los fondos privados de pensiones, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, la Superintendencia Financiera de Colombia, el Ministerio de Trabajo y el recién creado Departamento Administrativo de Prosperidad Social.

“Nunca antes se había realizado una reforma pensional con un análisis de esta magnitud, es decir teniendo en cuenta la historia de un cotizante y prediciendo su comportamiento en cada régimen: si mejora, empeora o se mantiene. El modelo se debe seguir alimentando de datos como el futuro del mercado laboral en el país”, asegura la académica.

En la Ley 100 de 1993 –por la cual se creó el sistema integrado de seguridad social–

no se consideró este aspecto y por eso tuvo vacíos en la previsión de dificultades como la crisis económica de finales del siglo XX, las dificultades laborales por la pérdida en la industrialización en el país o la fuerte inestabilidad del dólar.

Si se aprueba la reforma, esta sería la manera en que la base de datos permitirá modelar el sistema de pensiones hasta 2052 con un aceptable margen de confianza, a partir de 5 grupos:

1. Posibles nuevos cotizantes en los próximos años.
2. Pensionados que mueren y dejan la pensión a alguien más.
3. Posibles futuras pensiones por invalidez.
4. Personas que alcanzan la edad pero no las semanas.
5. Mujeres que usarán un bono pensional.

### “LA REFORMA NO ES COSTOSA”

El modelo construyó 67.496 perfiles, uno por cada colombiano en cada año que ha contribuido al sistema durante los últimos 27 años, cifras que permiten estimar los beneficios de la reforma, ya que determinan el número de personas que ingresarán en el nuevo régimen semicontributivo, es decir de quienes no alcanzan los requisitos para la pensión –que son el mayor porcentaje– y reciben una renta o subsidio vitalicio.

“La reforma no es costosa, lo que pasa es que sigue existiendo una marcada inequi-

dad en los privilegios que tienen algunos regímenes, como el exceptuado (Magisterio y Fuerza Pública), y especialmente el régimen especial (Presidencia de la República, Congreso y magistrados de las Altas Cortes) o los que aún son pensionados con derechos pactados antes de entrar en vigencia la Ley 100”, señala la experta.

Del 3,6 % del producto interno bruto (PIB) destinado para pensiones, los regímenes exceptuado y especial absorben cerca del 2,66 %, mientras que otros como Colpensiones –la mayoría de usuarios– solo tienen el 0,94 %, y de hecho en la reforma solo se modifica este último, pero no se tocan el exceptuado ni los especiales.

Con la reforma, Colpensiones tendría el 89 % de los cotizantes y el 71 % de la distribución de los recursos, mientras que los fondos privados el 11 % de cotizantes y el 29 % de la distribución de recursos, lo cual es dar un giro radical en el mercado.

Aunque esto significaría una mayor inyección de dinero para el sector público a cargo de las pensiones, también representa una expectativa más baja de mesada pensional para las personas que cotizan por encima de los 3 salarios mínimos y que se encontraban afiliadas a Colpensiones con menos de 1.000 semanas de cotización.

De esta propuesta, la profesora Sánchez destaca el pilar solidario, es decir, una ayuda permanente dirigida a la población mayor

de 65 años que no logró pensión, que está en condición de extrema pobreza y ya no puede generar ingresos laborales.

“Este pilar generará una inyección de recursos importante para dinamizar la economía popular, como por ejemplo las tiendas de barrio”, señala la experta.

En el modelo, el algoritmo ayudó a determinar que la reforma disminuye los costos para el sistema pensional, en el cual se contempla el nuevo régimen semicontributivo, el cual ayudará con una renta a las personas que tengan la edad para pensionarse pero no logren las semanas de cotización requeridas.

El proyecto se dio en el marco de un convenio entre la UNAL y el Ministerio de Trabajo, en el que la Universidad puso al servicio del país su conocimiento y experiencia en el análisis de datos, actuaría computacional y diseño de algoritmos, y en el que participaron estudiantes de la Maestría como Carolina Domínguez y Brian Sarmiento, además de egresados del programa como Nicolás Verano, Jeferson Ramos y Boris Martínez.

La ponencia del proyecto de ley de reforma pensional se radicó el pasado 30 de mayo ante la Comisión Séptima del Senado de la República y su discusión y trámite ya están en curso.

**PALABRAS CLAVE:** reforma pensional, Colpensiones, fondos privados, algoritmo.

## IA, aliada para combatir la resistencia a las bacterias

Cada año mueren en el mundo unas 700.000 personas por resistencia de las bacterias a antibióticos, cifra que podría disminuir con la herramienta PepMultiTools, que permite reducir de 4 años a 4 meses el tiempo que un biólogo invierte en identificar una proteína para diseñar los péptidos sintéticos con los que se desarrollarán fármacos que ataquen el crecimiento de bacterias, virus y hongos.

LAUREN FRANCO, periodista Unimedios - Sede Orinoquía

**EN 1943, CUANDO SE INTRODUJO** la penicilina en el mundo, las muertes relacionadas con infecciones pasaron del 50 al 10 %. Sin embargo, ahora enfermedades como neumonía, tuberculosis o malaria son cada vez más difíciles de tratar, una situación que “amenaza con acabar con un siglo de avances médicos”, según la Organización Mundial para la Salud (OMS).

La OMS señala además que la resistencia a los antimicrobianos ocurre cuando microorganismos como bacterias, virus, hongos y parásitos se modifican por la interacción con medicamentos como los antibióticos, antivirales o antifúngicos, creando mecanismos para superar su efecto. Aunque estos generan resistencia de manera natural, especialmente por cambios genéticos, la automedicación humana acelera el problema.

Esta es la explicación: las bacterias tienen la capacidad de adquirir fácilmente material genético de otras bacterias, lo que provoca mutaciones. Aunque al comienzo esto forma parte de su “comportamiento natural”, al introducir en el cuerpo antibióticos de manera excesiva o sin tener en cuenta la prescripción médica relacionada con dosis y horarios, este proceso se acelera tanto, que las bacterias que se suponía debían matar el medicamento, se reproducen y ahora son resistentes.

Este problema se acelera con la poca producción de antibióticos. Según la OMS, solo 6 de las 50 compañías farmacéuticas más grandes del mundo desarrollan nuevos antibióticos, un proceso que puede tomar hasta 12 años, tiempo en el cual las bacterias ya habrán generado nuevas resistencias.

### LA REVOLUCIÓN DE LOS ANTIBIÓTICOS

Aunque el mundo todavía sea escéptico, la solución a este problema se encontraría en una herramienta computacional que mediante IA puede generar péptidos sintéticos capaces de combatir las bacterias con un 100 % de efectividad.

PepMultiTools es el nombre del desarrollo liderado por la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Sede Medellín y el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (ITM) que busca revolucionar la generación de antibióticos y con ello proponer una alternativa económica y efectiva a la resistencia a las bacterias.

Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es que 12 de los péptidos sintéticos que se pusieron a prueba contra bacterias de implicaciones clínicas severas –como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*–

fueron efectivos en su ataque. Así lo estableció un proceso realizado por la estudiante de Ingeniería Biológica Andrea Mesa, de la UNAL Sede Medellín.

### EL SECRETO ESTÁ EN LOS PÉPTIDOS

Los péptidos adquieren muchas formas y una de ellas son los antimicrobianos, fabricación de la naturaleza para controlar las enfermedades provocadas por microorganismos.

Pero desarrollar un antibiótico de uso humano o animal que tenga esta proteína requiere de tiempo y dinero. Mediante la “bioprospección” se busca la molécula en la naturaleza, se recolecta la muestra, se cultiva, se aísla de microorganismos y se espera a ver si alguno produce algo que los mate. Aunque acá parezca fácil, en la realidad este proceso puede tomar hasta 4 años, tiempo en el cual la naturaleza ya ha generado nuevos microorganismos resistentes.

“Lo que hacemos es diseñar secuencias con base en el análisis de estudios computacionales que son diferentes a todos los péptidos reportados en la literatura. Así, aseguramos que las bacterias jamás han estado en contacto con los péptidos sintéticos”, explica el profesor Sergio Orduz, coordinador del grupo Biología Funcional de la UNAL Sede Medellín.

PepMultiTools se compone de tres herramientas diferentes que trabajan bajo un mismo fin: **PepMultiFinder 2.0**, **AmpClass** y **PepGen**. La primera permite acortar el tiempo que toma buscar péptidos naturales en una proteína, y como resultado entrega una lista de estos con las propiedades que se le han especificado.

Aun así no es suficiente con definir las propiedades comunes de los péptidos antimicrobianos como lo hace PepMultiFinder, sino que además es necesario saber si los péptidos pueden matar bacterias, hongos o virus. Por ello se emplea AmpClass, la



FOTO: Jeimi Villamizar / Unimedios.

ITM, explica así el proceso de entrenamiento: “supongamos que se desea crear manzanas artificiales; para eso se le muestra al algoritmo de aprendizaje una serie de ejemplos de las manzanas reales que se quieren; como las primeras no cumplirán con las características deseadas, el algoritmo se retroalimenta para generar las manzanas artificiales, al punto que al final las manzanas artificiales no se pueden distinguir de las reales”.

Aunque la tercera herramienta (PepGen) genera péptidos que pueden tener alta capacidad antimicrobiana, los investigadores vieron que estos desarrollos aún no eran suficientes, por lo que se abrió espacio a un cuarto instrumento, llamado MultiPepGen, que se entrenó para generar péptidos sintéticos que además de ser antimicrobianos también pueden funcionar como antivirales, antifúngicos y antibacterianos.

“Después de generar los péptidos sintéticos estos se validan con un algoritmo de clasificación que determina su probabilidad de ser antimicrobianos o antibacterianos, entre otros. Así, si un péptido tiene el 90 % de probabilidades de ser antimicrobiano, y otro solo tiene el 45 %, enviaremos el de mayor probabilidad a ensayos de laboratorio”, expresa el docente Mera.

Con estas tres herramientas, próximamente cuatro, los investigadores lograron acortar un proceso que toma años y que en ese tiempo cobra vidas. En solo semanas las herramientas pueden generar péptidos sintéticos que estarán listos para probarse en laboratorio y convertirse en una molécula clave en un nuevo antibiótico.

“Buscamos salir de la zona de confort de la IA, para un propósito más específico, como este problema. Queremos mostrar cómo es que la IA aporta soluciones efectivas y eficaces a la salud”, concluye el profesor John William Branch, coordinador del Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (Gidia).

**PALABRAS CLAVE:** resistencia a antibióticos, péptidos antibacterianos, inteligencia artificial.

### Automedicarse con antibióticos, el verdadero riesgo

● En el mundo el 50 % de los antibióticos se venden sin prescripción médica (OMS).

● La tuberculosis hoy es resistente a al menos cuatro fármacos en 105 países (OMS).

● La cloroquina, usada principalmente para la malaria, ya no es efectiva en 82 de los 91 países donde esta enfermedad es un problema de salud pública.

● Según el Instituto Nacional de Salud (INS), en las UCI pediátricas de Colombia la bacteria *K. pneumoniae* –asociada con enfermedades del tracto urinario, neumonías y sepsis– tiene una resistencia cercana al 47 %.

### Recomendaciones:

● Tomar antibióticos debe ser un proceso orientado por el personal médico.

● Siempre se debe tomar la dosis adecuada, a las horas indicadas y por el tiempo que debe ser.

Fuente: Instituto Nacional de Salud (INS)

herramienta que permite determinar si un péptido tiene o no esta capacidad. Ambos instrumentos se entrenaron a partir de una muestra de 23.132 secuencias de péptidos recolectados de 28 bases de datos.

El profesor Carlos Mera, del Departamento de Sistemas de Información del

# Un diagnóstico ágil y preciso sobre el cáncer y otras enfermedades es posible

Una encuesta de 2021 del Centro Nacional de Consultoría (CNC) y All.Can<sup>1</sup> mostró que de 800 pacientes con cáncer consultados, el 62 % recibió un primer diagnóstico equivocado. Esta limitación médica alerta sobre la necesidad de un diagnóstico temprano y preciso para evitar desenlaces fatales. Por medio de la IA, científicos de la UNAL obtuvieron patentes sobre métodos que detectan a tiempo el cáncer de mama y de recto y monitorean con rapidez los signos vitales de niños en estado crítico de salud.

TATIANA BAHAMÓN MÉNDEZ, periodista Unimedios - Sede Bogotá

**SEGÚN LA GRAN ENCUESTA:** Barreras. Pacientes con Cáncer Colombia de 2021, no es descabellado imaginar que, gracias al uso de modelos de aprendizaje automático de la IA, los pacientes puedan recibir un mejor pronóstico y monitoreo, gracias al soporte que les dan a los profesionales médicos. Sin duda alguna, un panorama esperanzador.

En la UNAL se han liderado importantes líneas de investigación en diferentes áreas del conocimiento -incluyendo la medicina- en las cuales se han realizado significativos avances que muestran el potencial de la aplicación de la IA en este campo.

La IA ha demostrado ser una tecnología prometedora en medicina, ya que puede procesar grandes volúmenes de datos y descubrir patrones relevantes que ayudan a los especialistas a predecir resultados clínicos.

## CÁNCER DE MAMA

El grupo de investigación MindLab: Machine Learning, Perception and Discovery Lab, de la Facultad de Ingeniería de la UNAL, trabajó

en tecnologías computacionales de IA que permiten analizar imágenes virtuales sobre la historia de los tejidos enfermos (histopatologías) y verlos microscópicamente.

En el estudio se desarrollaron dos técnicas para detectar cáncer de seno, con las cuales se obtuvieron sendas patentes en Estados Unidos: (i) el método de detección automática de mitosis, que permite ver qué tan agresivo puede ser un cáncer, y (ii) ayuda a muestrear -en unos 20 segundos- grandes láminas virtuales de histopatología para detectar regiones de tejido tumoral, que pueden ocupar entre 2 y 20 GB cada una.

Cristina Isabel López, de 45 años, ha luchado con este cáncer en su seno izquierdo; la primera señal fue un ardor insoportable. Luego, al hacerse el autoexamen, detectó una pequeña masa y buscó atención médica de inmediato.

A pesar de actuar rápido, el especialista confirmó el diagnóstico de cáncer varios meses y numerosos exámenes de rutina después. Así descubrieron que el tumor estaba en fase 2 y que se había propagado a los ganglios del

brazo. "Si hubiera recibido un diagnóstico temprano, en la fase 1 del tumor, la historia podría haber sido diferente", cuenta Cristina.

En casos como el suyo resulta importante la investigación de Ángel Alfonso Cruz Roa, doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Facultad de Ingeniería de la UNAL Sede Bogotá, quien con el profesor Fabio González, codirector de la tesis doctoral, desarrollaron estrategias basadas en tecnologías computacionales de IA para analizar microscópicamente los tejidos de biopsias de pacientes con cáncer.

"Gracias a este estudio se obtuvieron métodos eficientes para estimar el tejido tumoral y su severidad para apoyar el diagnóstico en cáncer invasivo de seno que realizan patólogos, ayudando a reducir la subjetividad y la variabilidad que a menudo se encuentra en la profesión", explica el doctor Cruz.

## CÁNCER DE RECTO

Para tratar el cáncer de recto localmente avanzado -uno de los más agresivos- se recurre a la quimiorradioterapia neoadyuvante, un

tratamiento combinado que utiliza químicos administrados por vía intravenosa y partículas de ondas de alta energía con el objetivo de reducir tanto el tamaño del tumor como la probabilidad de recurrencia, de manera que se pueda extraer fácilmente mediante cirugía.

Después del tratamiento se realiza una segunda resonancia magnética para determinar la extensión exacta del tumor luego de la terapia. Sin embargo, esta reestadificación presenta solo alrededor del 52 % de sensibilidad o detección por la presencia de regiones fibróticas y cicatrices en la pared rectal posterior a la terapia, lo que le dificulta al radiólogo identificar el tamaño real del tumor.

Para abordar este problema, la investigadora Charlems Álvarez Jiménez y los profesores Eduardo Romero, de la Facultad de Medicina de la UNAL, y Satish Viswanath, de la Universidad Case Western Reserve en Cleveland (Estados Unidos) utilizaron las estrategias computacionales conocidas como Radiomics, las cuales extraen características de la forma de las estructuras rectales y la textura del tumor, lo que ayuda a interpretar el estado biológico de la enfermedad y determinar la eficacia del tratamiento.

## ENFERMEDADES GRAVES EN NIÑOS

La experiencia de los niños que se encuentran en zonas de gran complejidad como las unidades de cuidados intensivos, ya sea por enfermedades o lesiones graves, puede ser

bastante desafiante y emocionalmente difícil tanto para ellos como para sus padres. Por ello requieren de una atención médica especializada y monitoreo constante.

En estas situaciones, para los médicos es crucial detectar tempranamente las señales de riesgo de paro cardíaco o shock en los pacientes. Sin embargo, a menudo estas se pasan por alto hasta que los síntomas son evidentes. En los pacientes pediátricos las alertas tempranas podrían ser aumento o disminución de la temperatura corporal o cambios en su comportamiento, como irritabilidad o llanto excesivo.

Para mejorar la atención, la doctora Ledys María Izquierdo Borrero, intensivista pediatra y magister en Ingeniería Biomédica, y el profesor Luis Fernando Niño, de la Facultad de Ingeniería de la UNAL, y el grupo del Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes (LISI), desarrollaron tres modelos que alertan a los profesionales de la salud sobre los cambios en la condición de los pacientes, que mejoran la calidad de la atención y reducen el riesgo de deterioro.

## PUNTOS CLAVE

- Los tres modelos diseñados tienen la capacidad de pronosticar la mortalidad, identificar características clínicas relevantes y analizar los factores que influyen en el deterioro del paciente.
- Los investigadores diseñaron una base de datos en la cual se consignaron señales de

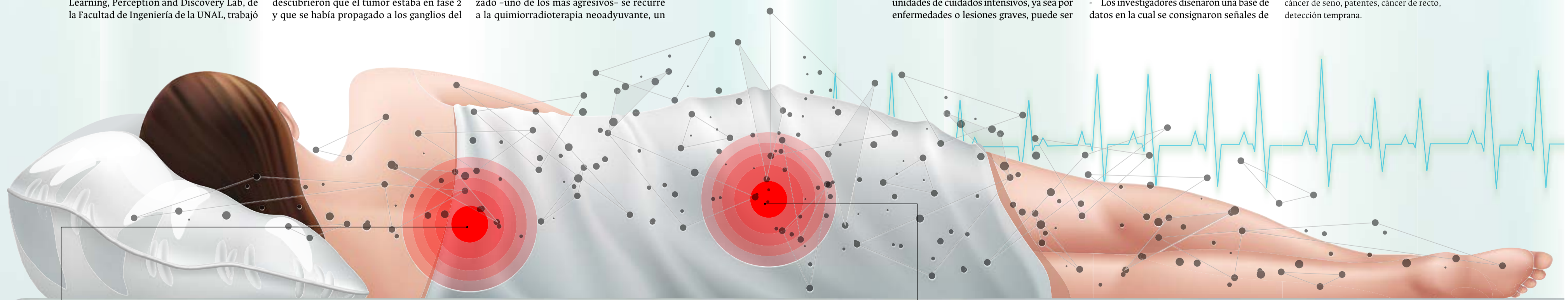
signos vitales -como frecuencia cardíaca y respiratoria, saturación de oxígeno y presión arterial- de los pacientes que se encontraban en determinado periodo en una unidad de cuidados intensivos pediátrica (UCIP) y se alimentó paulatinamente.

- Se incluyeron variables como peso, talla, edad y diagnóstico.
- Se tuvieron en cuenta desenlaces como la supervivencia.
- Estos modelos ayudan a los médicos a tomar medidas antes de que la situación empeore y ha sido una iniciativa para replicar en otras instituciones.

"Es fundamental que los médicos identifiquemos estas alertas tempranas y dediquemos más tiempo a observar al paciente y sus signos vitales, y eso es lo que podemos hacer apoyados en la IA para mejorar y agilizar algunos procesos en la atención diaria de los pacientes", indica la doctora Izquierdo.

Aunque todo lo anterior forma parte de lo que permiten los desarrollos de IA en la medicina, esta también presenta márgenes de error, los cuales deben ser analizados a fondo. Además, su implementación requiere una sólida financiación y estudios rigurosos publicados en revistas especializadas, los cuales deben ser validados en entornos reales.

**PALABRAS CLAVE:** inteligencia artificial, cáncer de seno, patentes, cáncer de recto, detección temprana.



## CÁNCER DE MAMA

Según la Cuenta de Alto Costo (CAC), el cáncer de mama es el más frecuente, seguido del de cérvix y el colorrectal.



En 2020 el Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud) reportó que durante la última década murieron en Colombia 22.174 mujeres por este tipo de cáncer.



El informe de la CAC señala que entre el 2 de enero de 2021 y el 31 de agosto de 2022 se presentaron 14.543 casos nuevos de cáncer. En 2021, el 57,5 % de los casos nuevos reportados se diagnosticaron en etapa tardía.

## CÁNCER DE RECTO



En 2022, la mortalidad y la prevalencia del cáncer colorrectal tuvieron un incremento del 27 y 14 % respectivamente, según la CAC.



La región Andina, seguida de Bogotá y la región Pacífica, concentran el mayor número de personas diagnosticadas con este tipo de cáncer.

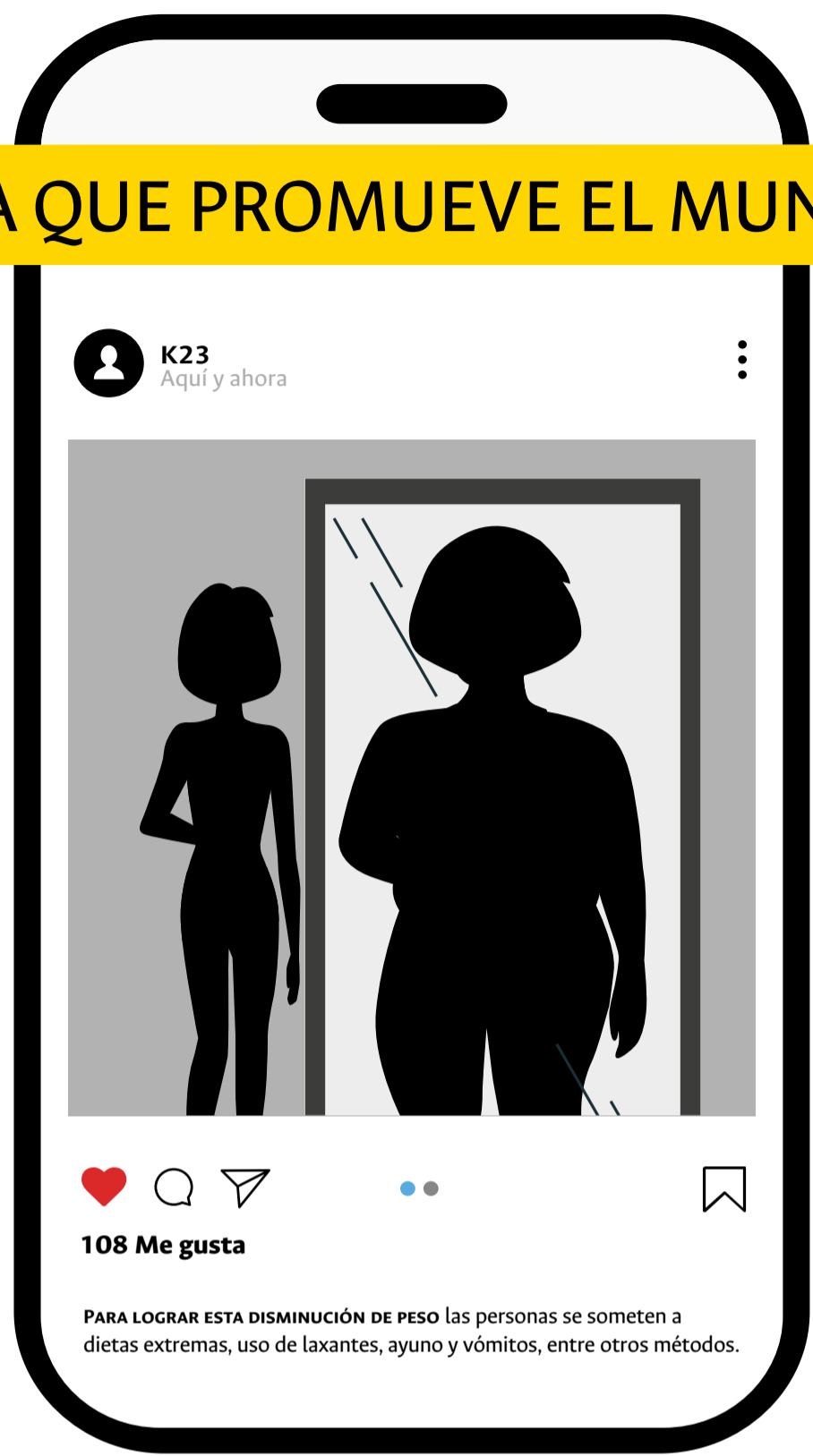


Para iniciar el tratamiento que busca combatirlo, Bogotá supera los 30 días, que es la meta que se plantea. Otras regiones tienen una espera más prolongada.

# LA ANOREXIA QUE PROMUEVE EL MUNDO VIRTUAL

DIANA MANRIQUE HORTA,  
periodista Unimedios - Sede Bogotá

Como una forma de no caer en la trampa de este trastorno de conducta alimenticia que les arrebató la salud emocional y física a miles de niños y jóvenes en el mundo, incluso los lleva a la muerte, un prometedor modelo ha entrenado algoritmos capaces de “leer” las publicaciones en redes sociales y detectar comportamientos que alerten sobre determinados trastornos mentales.



“SOY HORRIBLE”, “me veo como una bola de grasa”, “soy asquerosa”, “nadie me va a querer así”, “qué vergüenza que me vean”, “necesito estar más delgada”. Frases como estas suelen decirse algunas personas al referirse a su cuerpo y son utilizadas como latigazos para castigarse por no verse o encajar en el parámetro impuesto por la sociedad de que la belleza está en la delgadez, y de que solo quienes se ajustan al patrón son aceptados, queridos y triunfadores.

El temor: verse o imaginarse gordo. Esta distorsión de la imagen corporal desencadena uno de los trastornos de conducta alimenticia que tiene en alerta a los especialistas en el mundo: la anorexia.

Se estima que estos trastornos afectan a 7 de cada 1.000 mujeres y a 1 de cada 1.000 hombres en el mundo, y en el caso de la anorexia, antes del COVID-19 se calculaba que alrededor del 7,8 % de la población mundial sufría de estos desórdenes.

La psicóloga clínica Juanita Gempeler Rueda, co-directora científica del Programa Equilibrio, explica que “la anorexia se relaciona con que la representación del cuerpo que se tiene no coincide con la del cuerpo que se posee; la persona se ve más grande, más ancha, más gorda de lo que realmente es, y esto se convierte en una carga que altera la vida de quien la padece”.

Cuenta que “junto con la restricción voluntaria y selectiva de la cantidad y calidad de alimento, la pérdida de peso que sobrepasa los criterios funcionales -que pone en peligro la salud física y mental del paciente- y la alteración de las relaciones personales, son aspectos que se consideran al momento de diagnosticar anorexia nerviosa”.

Según la experta, las edades en que aparece la anorexia nerviosa están entre los 12 y 25 años, pero en pospandemia se dio un incremento significativo de casos en niñas desde los 10 años.

## ANOREXIA Y REDES SOCIALES

Dicha afección se presenta como una promesa de perfección que en el camino va aniquilando la confianza y la autoestima,

pero si se añade el anonimato de internet y las redes sociales, la situación se vuelve más preocupante, en especial si se presenta en adolescentes, pues se encuentran en una etapa vulnerable debido al proceso de confirmación y conformación de su identidad.

Ellos encuentran en el ciberespacio respuestas a su obsesión; allí, sin control ni filtro alguno, tienen acceso a influencers, dietas milagrosas, fotos de cuerpos maravillosos y comunidades virtuales que enmascaran la anorexia y la bulimia con hashtags -como #ana, #mia, #anaymiaprincesas- y hacen apología a estas prácticas.

Para la experta Gempeler, “las redes sociales y la difusión de imágenes de gente aparentemente feliz son un detonante para que las personas empiecen a hacer dieta, pero cuando empieza la anorexia, la distorsión de la imagen corporal tiene que ver con una alteración biológica cerebral muy profunda”.

Cada vez más la vida social de muchas personas tiene lugar en un mundo virtual creado por plataformas de redes sociales como Facebook, Twitter, Reddit, TikTok o Instagram. Esto es una oportunidad para entender trastornos como la anorexia, a través del análisis de las publicaciones on line, lo que aumentaría las posibilidades de detectar si alguien presenta signos y proporcionarle asistencia profesional lo antes posible. Una alternativa para lograr esto es monitorear cómo se expresan, por ejemplo qué y cómo escriben, o incluso ir un paso más allá: qué emociones expresan en publicaciones virtuales.

En un proyecto del grupo Machine Learning, Perception and Discovery Lab

(MIND-Lab), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), se han entrenado algoritmos que, a través de las publicaciones en redes sociales, detectan comportamientos que alertan sobre la existencia de determinadas afecciones o trastornos mentales, ayudando a prevenir incapacidades e incluso la muerte. El trabajo se realizó de manera colaborativa con el profesor Manuel Montes y Gómez, del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (AINOEP), del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología de México.

## DETECCIÓN TEMPRANA

Diego Alejandro Babatava Melgarejo, magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la UNAL, explica que “para trabajar en machine learning, o aprendizaje de máquina, nuestra materia prima son los datos, de lo contrario es muy complicado crear modelos”.

Su trabajo consistió en buscar conjuntos de datos de trastornos como la anorexia y adecuarlos al modelo para detectar la depresión -desarrollado por su colega Juan Sebastián Lara, dentro del grupo de investigación-, una especie de clasificación que no considera todo el histórico de las publicaciones de un usuario, sino que, a medida que va posteando, identifica si está pasando algo relacionado con alguno de estos trastornos.

Aunque el planteamiento de su director de investigación, el profesor Fabián González -líder de MIND-Lab-, resultó atractivo, el investigador Babatava tuvo la duda sobre cómo iba a hacer para que el computador entendiera lo que él nece-

sitaba: “todo en informática tiene que ser llevado a vectores o matrices numéricas, en las que la palabra ansiedad o anorexia, ya no se ‘lee’ con letras sino con números”.

Para que el ordenador “comprenda” esta instrucción se utiliza un proceso clave mediante el cual el texto se representa de forma vectorial. Los post, mensajes o publicaciones pasan por un proceso de limpieza en el que se desagrega palabra por palabra, que se transforman en tokens.

Cada palabra de la publicación se lee y se eliminan artículos, preposiciones o conectores que le agregan “ruido” al texto. “Con esta limpieza se eliminan palabras en pasado y en futuro, se quitan todos los tiempos verbales, se deja la raíz del verbo, y, en el caso concreto de los trastornos mentales con los que se trabajó, era imprescindible conservar la forma en la que escribe el usuario, por ejemplo si usa mayúsculas”.

Con el conjunto de palabras por separado, el ingeniero utilizó los modelos entrenados por Facebook o Google con información de Wikipedia y blogs, entre otras fuentes que ofrecen cierto contexto. “Cuando las publicaciones se pasan por ese modelo preentrenado me dice: “listo, ya tengo una representación, ya te puedo transformar las palabras de tu vocabulario en una representación vectorial numérica”, y este, a su vez, representa un contexto.

La representación numérica de estos mensajes se pasó por el modelo creado por el ingeniero Lara, el cual arroja probabilidades de 0 a 1 para indicar si una persona tiene un trastorno mental.

Dentro del ejercicio de experimentación de la tesis se ajustaron especialmente dos parámetros en el modelo: (i) el número mínimo de publicaciones que necesita el modelo, y (ii) un punto de corte para tomar la decisión. Así, con 260 publicaciones y un umbral de 0,95, es altamente probable que un usuario tenga anorexia y genera una alerta.

El modelo de aprendizaje automático para la clasificación temprana de flujos de texto aplicado a la detección de desórdenes psicológicos se probó con la red social Reddit, muy popular en el Reino Unido, pero una de las evidencias es que también se podría implementar en países como Colombia, en donde no existe una herramienta similar.

Para el profesor González “toda la investigación que se realiza sobre este tema es exploratoria, no hay casos concretos de herramientas que se estén usando todavía, aunque el potencial es muy grande”.

El magíster Babatava afirma que el aporte va en la línea de lo que se ha denominado eRisk, o predicción temprana de riesgos en internet, el cual explora la metodología de evaluación, las métricas de efectividad y las aplicaciones prácticas (en particular aquellas relacionadas con la salud y la seguridad) de la detección temprana de riesgos en internet.

Las tecnologías de detección temprana se pueden emplear para enviar alertas oportunas cuando un depredador comienza a interactuar con un niño con fines sexuales, o cuando un posible delincuente comienza a publicar amenazas antisociales en un blog, foro o red social.

**PALABRAS CLAVE:** detección temprana de riesgo, anorexia, depresión, aprendizaje automático, autolesión.



## LOCALIDADES DE BOGOTÁ CON MÁS PROBABILIDAD DE DELITOS

# Alerta de delitos en Bogotá antes de que ocurran

JUAN ESTEBAN CORREA RODRÍGUEZ,  
periodista Unimedios - Sede Bogotá

Los fines de semana, y debido a un modelo computacional, las pantallas de los Puntos de Mando Unificado de la Policía (PMU) muestran en el mapa de Bogotá las zonas de calor con mayor probabilidad de riña, hurto u homicidio para que las autoridades sepan qué lugares necesitan mayor vigilancia y patrullaje en ese momento y disminuyan los tiempos de atención.

ASÍ LO DEMUESTRA un modelo de IA piloto que la Policía está utilizando en grandes ciudades de Colombia y que predijo la frecuencia y ocurrencia de riñas en las localidades de Usme, Bosa y San Cristóbal, con una precisión del 85, 87 y 82 % respectivamente.

En lo que va corrido de 2023 se han registrado en Bogotá más de 17.000 denuncias por robo, delito cada vez más frecuente en la ciudad, una situación preocupante en la que la IA sería la aliada perfecta para atacar mejor el problema.

El modelo trabaja con grandes bases de datos de las llamadas que la ciudadanía hace a líneas de emergencia del 123 y de la Policía, además de las denuncias registradas. Esta información muestra que las fiestas, reuniones

y otros festejos de los fines de semana son la cuna de las riñas y otros delitos. Los datos de Usme, Bosa y San Cristóbal permiten contrastar la capacidad de predicción en localidades como Chapinero o Santafé (19 y 24 %), que no presentan tantas denuncias o llamadas.

El proyecto es un trabajo conjunto entre la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia, y la Policía Nacional de Colombia, en el que la UNAL diseñó algoritmos de IA, modelos matemáticos y la ciencia de datos necesaria para la predicción. Estas herramientas se entregan luego a las autoridades para que en los PMU los especialistas monitoreen en tiempo real la situación de cada localidad e identifiquen las zonas que requieren de una mayor presencia de la Policía.

Así lo explica el profesor Francisco Gómez Jaramillo, doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación de la UNAL y codirector del Laboratorio de Analítica de Datos (Datalab), quien ha trabajado durante años con “seguridad predictiva”, un campo de la matemática y la estadística pionero en el pronóstico de eventos como las riñas y otros delitos que no ha sido muy explorado en Colombia, y que de hecho se podría probar en otros países con las bases de datos sobre este problema.

“Se espera que el proyecto ayude a que los recursos del Estado se asignen mejor sabiendo dónde están los puntos críticos de la ciudad, lo cual para las patrullas, cuadrantes y estaciones de Policía es un auxilio notable en cuanto a ubicación, hora y evolución de la problemática, ya que el sistema se va adecuando según los datos durante el día” explica el experto.

La Corporación Excelencia en la Justicia señala que en 2021 se registraron en Colombia más de 123.000 hurtos a personas, lo que significa un promedio de 29 casos por hora, y en 2022 estas cifras aumentaron. Así mismo, la Secretaría Distrital de Seguridad indicó que el año pasado se presentaron en Bogotá más de 397.000 riñas, lo que refleja un número alarmante: 1.190 peleas por día y 49 por hora en promedio.

“El algoritmo de IA explora los datos disponibles e identifica patrones comunes de una riña o un hurto, como por ejemplo la hora en que se produjo la denuncia o la llamada a las autoridades y la zona específica en donde se realizó. Con esto, los modelos matemáticos pueden predecir la frecuencia en cada localidad generando los “mapas de calor” (hotspot) -similares a los mapas de pronóstico del tiempo- que les van mostrando a las autoridades los puntos con mayor incidencia y ocurrencia del delito”, explica el profesor Gómez.

Señala además que “sin embargo estas caracterizaciones se deben interpretar cuidadosamente, ya que se

pueden ver afectadas por los subregistros de llamadas y denuncias, pues es imposible que una base de datos tenga el consolidado total de información de un fenómeno criminal, ya sea porque algunas personas no denuncian debido a demoras o por desconfianza con las instituciones o autoridades”, explica el profesor Gómez.

## LA SEGURIDAD PREDICTIVA Y SUS ALCANCES

El docente señala además que ya se está trabajando en una forma de ajustar los modelos de IA para estimar el porcentaje faltante de datos a causa del subregistro, un problema que no solo aqueja a los modelos de estimación de crímenes en la ciudad, sino también en escenarios como la minería ilegal en algunas zonas del país, o la falta de control con terrenos baldíos y ganadería.

“El problema de caracterizar el crimen a través de los datos no es nuevo, hace casi 200 años ya había científicos -curiosamente algunos abogados- investigando en el área. Un ejemplo es *Los miserables*, famosa obra de Víctor Hugo que alertó sobre la grave situación de los presos en la época y cuya presión mediática llevó a que se crearan los primeros registros cuantitativos del crimen, los cuales a su vez dieron paso a los primeros modelos de seguridad predictiva”, indica el experto.

Considera además que existen dos tipos de preguntas que se deberían plantear al hablar de este tipo de sistemas: las primeras se relacionan con la manera como los datos pueden mejorar el entendimiento de estos fenómenos, y cómo pueden informar sobre mejores estrategias de acción para las autoridades y de asignación de recursos para los entes gubernamentales.

El segundo grupo se relaciona con la justicia y la transparencia algorítmica de usar herramientas de IA en la sociedad: ¿la información disponible es suficiente para que una máquina saque conclusiones sobre los delitos, ya que hay subregistros en los reportes?, ¿qué tan injusta puede ser la IA cuando realiza las predicciones y asignaciones de recursos?, y ¿las predicciones de crímenes podrían estigmatizar a poblaciones migrantes?

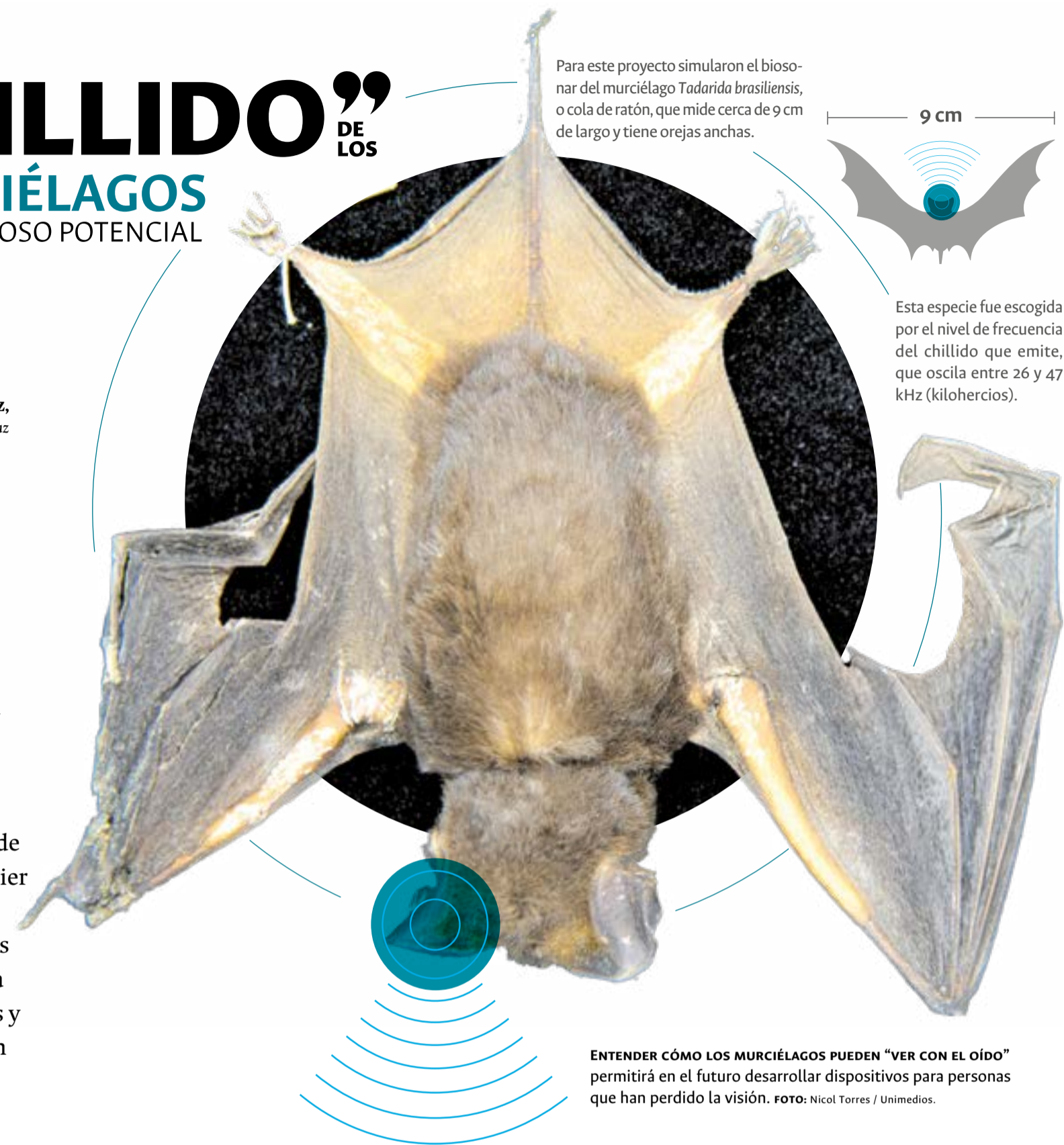
Para finalizar, el investigador Gómez comenta sobre otros estudios que adelanta Datalab para complementar el proyecto de seguridad predictiva en la ciudad: por un lado tienen que ver con la percepción de la seguridad en tuits cortos, y por el otro -a partir de un modelo de simulación computacional- con la percepción y el diálogo que habría entre personas de distintas localidades, ya que esto no es muy frecuente y daría pie para pensar en las diferencias existentes en cuanto a seguridad.

**PALABRAS CLAVE:** inteligencia artificial, delitos, Bogotá, seguridad predictiva.

# “EL CHILLIDO” DE LOS MURCIÉLAGOS Y SU PODEROSO POTENCIAL

ANNEISE BARRIGA RAMÍREZ, periodista Unimedios - Sede de La Paz

Pese al estigma mundial que tienen los murciélagos, y que se exacerbó con el COVID-19, existe una especie que está siendo referente en la inteligencia artificial: *Tadarida brasiliensis*, la cual emite sonidos ultrasónicos capaces de rebotar contra cualquier superficie, un eco simulado con modelos computacionales para ser aplicado en robots y drones de exploración marina, por ejemplo.



ESTA ESPECIE DE MAMÍFERO, abundante en Suramérica, puede vivir tanto en un desierto como en un bosque húmedo. Los sonidos que emite le permiten reconocer su entorno, ya que chocan contra cualquier objeto que encuentren, y al devolverse son interpretados por el sistema auditivo del animal creando una imagen detallada de su entorno; es como si vieran con sus oídos. Incluso así atrapan a sus presas, hasta en las noches más oscuras.

Después de escuchar una y otra vez este chillido –conocido como biosonar– el ingeniero Néstor Mauricio Rueda Palacios, magíster en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), se ingenió la forma de simularlo en una plataforma virtual, y con las mismas herramientas con las que se crea un videojuego, copió el eco que genera el *T. brasiliensis* en su entorno natural.

“La modelación de este sonido del murciélago aplicada a modelos computacionales en robots y drones y en la exploración del fondo marino se puede adaptar en el mejoramiento de vehículos autónomos e incluso en el desarrollo de dispositivos para personas que han perdido la visión, o esta es baja”, explica el ingeniero Rueda.

La ecolocación –o emisión de sonidos en varias frecuencias para recuperar sus ecos y determinar sus características– se utiliza comúnmente hoy, pues se puede hacer con equipos más económicos que las cámaras de video y funciona muy bien aun en un medio acuático como el fondo del mar. Las cámaras de video no pueden captar imágenes

a cierta profundidad por la ausencia de luz, mientras que el sonido sí se propaga de la misma forma que en la superficie, por lo que esta técnica resulta efectiva.

## UNA VISIÓN MUY AUDITIVA

Según el magíster Rueda, “entender cómo los murciélagos pueden ‘ver con el oído’ permitirá en el futuro desarrollar dispositivos para personas que han perdido la visión, e incluso su aplicación se puede extender a todo lo que signifique movimiento inteligente, ya que existe mucho interés por hacer máquinas que se desempeñen en entornos complejos y dinámicos sin intervención humana”.

Por ejemplo, determinar la forma y posición de objetos mediante sonidos puede mejorar la manera como se desempeñan los robots en tierra y bajo el mar, puesto que resultaría más económico y simple de poner en producción y permitiría analizar una gran cantidad de información rápidamente y en ausencia de luz.

Además, entender cómo los murciélagos generan un completo y detallado mapa en tres dimensiones permitiría desarrollar dispositivos para ayudar a las personas invidentes o con baja visión para que puedan “ver” usando el oído.

## ¿CÓMO Y POR QUÉ LO HICIERON?

“Las labores más difíciles de imitar en las máquinas son las que los insectos y mamíferos hacen muy bien: muchos de estos animales

se desempeñan fácilmente en entornos muy agrestes, que forman parte de su hábitat natural. La idea es ir a la naturaleza y aprender de ella para crear modelos computacionales que solucionen problemas complejos de ingeniería”, señala el investigador Rueda.

El director de su trabajo fue el profesor Jónatan Gómez Perdomo, del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la UNAL Sede Bogotá, con quien, además de explorar el biosonar a partir de la IA, buscaron simular con IA el modelo de un animal que se desempeñara utilizando sentidos como el oído, el olfato o la vista, y al final optaron por el biosonar porque a través del oído se puede ver.

“Este proyecto tiene tres vías: (i) crear el entorno virtual para simular el sonido y el rebote de este, (ii) simular el biosonar, y (iii) crear un modelo bioinspirado basado en redes neuronales artificiales que permita analizar esta información y generar alguna acción”, comenta el magíster Rueda.

## EL SONIDO, LA CLAVE DE TODO

Gracias al sonido que rebota, los murciélagos pueden percibir qué tan distantes están los objetos de su ubicación y detectar objetivos en movimiento, cazarlos, realizar maniobras complejas y luego viajar varios kilómetros para retornar a su hogar, todo esto en total oscuridad.

“En la cóclea (parte del oído encargada de procesar los sonidos), los murciélagos tienen millones de pelitos que vibran según el sonido y la frecuencia que perciben, formando una

especie de imagen. El modelo computacional propuesto es capaz de procesar la señal y las imágenes de los objetos que el animal está percibiendo, lo que le permite decidir cómo aproximarse a un insecto o esquivar un árbol”, explica el profesor Gómez.

En el ambiente virtual, el proceso de ecolocación se puede ver en cámara lenta para entender cómo sucede. En la pantalla se observa la emisión del pulso y la manera como la respuesta se convierte en vibraciones en el oído. “Las vibraciones que recibe la cóclea cuando el sonido rebota contra un insecto son muy diferentes a las que percibe cuando lo hace contra un árbol o cualquier otro objeto”, amplía el ingeniero.

Después de recibir este patrón miles de veces, el murciélago se entrena para detectar y diferenciar cada objeto. En el programa, un segundo de simulación equivale a cinco segundos reales para dar el tiempo del procesamiento. Los ingenieros de la UNAL involucrados en este proyecto manifiestan que computacionalmente es un reto procesar 200 milisegundos a frecuencias altas.

Al final, los investigadores crearon un modelo computacional de la cóclea del murciélago *T. brasiliensis* para analizar imágenes en 3D usando el biosonar y comprobaron que el murciélago virtual, o agente inteligente, podía moverse haciendo un circuito simple sin estrellarse, y con cierta confiabilidad.

PALABRAS CLAVE: murciélagos, inteligencia artificial, biosonar, simulador.

# Un software que apoya el fichaje de futbolistas

OSCAR LAVERDE ROBAYO, periodista Unimedios - Sede Manizales

¿Es usted directivo o miembro del cuerpo técnico de un equipo de fútbol y tiene la difícil tarea de elegir a los mejores jugadores para conformar una alineación ideal y efectiva? La IA podría ser su mano derecha para fichar a los mejores deportistas, teniendo en cuenta tanto sus características como las necesidades particulares del club.

ASÍ LO PLANEA EL MÉTODO propuesto por el estadístico Cristian Hidalgo, magíster en Ingeniería - Analítica de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Sede Medellín, quien en su trabajo con el Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (Gidia) usó la IA para recomendar transferencias efectivas para los clubes de fútbol.

“En América Latina, a excepción de Brasil, en el fútbol no se usa el acompañamiento de la IA para tomar decisiones, a diferencia de Europa, que hoy vive un auge futbolero y que ha logrado grandes cosas con el apoyo de estas metodologías”, menciona el magíster Hidalgo.

En el deporte, la IA se empezó a usar en 2007 para que los equipos de diferentes disciplinas deportivas apliquen análisis de datos sobre sus partidos e identifiquen en qué están fallando y cuáles serían las estrategias futuras para lograr mejores resultados.

La novedad radica en cómo se le enseña a una máquina –a través de datos– a hacer estimaciones según las características de cada jugador para tomar la mejor decisión ante un club, y para que cada movimiento, ubicación y perfil del jugador hagan la diferencia antes de que suene el primer silbato.

Para esto, el investigador propuso un modelo de 6 pasos basado en aprendizaje supervisado de “etiquetas para entrenar algoritmos”, el cual consiste en administrar información a una base de datos para que el sistema tome una serie de referencias y arroje un resultado final de forma autónoma, evaluando y comparando todas las variables posibles de cada jugador.

En principio, el modelo toma los datos de una plataforma paga que almacena las características de cada jugador por club en todo el mundo, y considera diversas variables sobre la calidad física y deportiva de cada uno, como edad, estadística de goles,

estado físico, estatura y nacionalidad, entre otras.

## CAMBIO DE CHIP

Tradicionalmente el fichaje de jugadores de fútbol se realiza a través de intermediarios, muchos de ellos son representantes de los deportistas, quienes ofrecen el jugador a otros clubes. Por ejemplo, si está jugando en un equipo A y ha mostrado buenos rendimientos, lo mueven a otro nivel, y el otro club determina si le conviene o no dicha selección. Esto también se da cuando el deportista queda libre por vencimiento de contrato y está a la espera de una renovación, por lo que se dan acuerdos de préstamo.

También existe la transferencia entre los mismos clubes, la cual representa un convenio que permite que el jugador tenga minutos de juego en partidos de otros equipos, algo que genera ganancia para ambos.

Una de las estrategias es fichar jugadores ocasionales que no han sido evaluados por la prensa especializada pero que sí tienen el mismo nivel que los que sí lo están. Esto los hace más económicos durante la transferencia o el préstamo.

Con este modelo las personas tienen acceso a una información que se filtra según la posición de cada jugador, ya que “no es lo mismo calificar a un delantero que a un mediocampista, un defensa o un portero, pues sus características son diferentes”, destaca el investigador.

Posteriormente, al aplicar el flujo propuesto se obtiene un conjunto de 10 defensores centrales, por ejemplo, cuyos roles tácticos (en este caso dos, ofensivo o defensivo) se asocian con sus estadísticas, entonces será fácil para un entrenador o un club deportivo saber que necesita una defensa cuyo rol está relacionado con lo que busca.

Luego de que el modelo tenga las características de rendimiento,

puntaje y roles de cada jugador, se realiza un ponderado por nivel de juego del equipo completo, ya que no todas las ligas de fútbol tienen el mismo nivel, si se pone por ejemplo Brasil vs. Colombia.

Partiendo de esto, el investigador analizó 1.667 partidos de las Copas Libertadores y Sudamericana entre 2017 y 2022 para observar cuántas veces los equipos colombianos se enfrentaron a equipos de otros países latinoamericanos, con el fin de nivelar las calificaciones de los jugadores de ambas ligas y poder compararlos respecto a una liga de interés.

“El tiempo estimado en procesar el fichaje de un jugador podría ser de 5 a 10 minutos si se requieren datos específicos como las habilidades, pero si es un resultado final con todas las comparativas podría tardar unas 70 horas”, menciona el investigador.

## EL COSTO DEL FICHAJE CON IA

De los 10 jugadores que ya fueron filtrados por el programa como posibles candidatos de compra, se mira en la plataforma web Transfermarkt su precio en el mercado.

La información recopilada en el algoritmo se somete a una última evaluación, en la cual se combina el precio del jugador, su edad, nacionalidad y puntaje, para determinar realmente cuál es la mejor opción, o las cinco primeras opciones a elegir.

“Este último criterio es muy importante si se habla de Colombia, pues acá los equipos profesionales pueden tener máximo 4 jugadores extranjeros, y en un partido pueden jugar máximo 3 de esos 4. Así va a preferir un jugador colombiano, aunque esto dependerá en gran medida del rendimiento estadístico”, explica el magíster.

Si el algoritmo selecciona como posible fichaje a un jugador que está cerca de los 30 años, la propuesta cambia: “quizá por su experiencia sea

muy bueno, pero para el club puede ser un riesgo venderlo después, ya que cuanto más adulto sea, más difícil será el mercado”, agrega.

Así, después de haberle presentado toda la información al algoritmo, en las tres primeras fases la IA logrará clasificar de forma automática el próximo jugador que le convendría al club.

En cuanto a precios, el fichaje tradicional no tiene una cifra estimada o clara, pues son procesos que se hacen a puerta cerrada; el único dato exacto es el precio del jugador, pero la negociación puede triplicar su precio, por lo que es incierto.

Ocurre lo mismo con el software de IA, cuya funcionalidad está en ser un instrumento para analizar a profundidad cada detalle ante un fichaje, pero varía según lo que busca cada equipo, algo que también entraría entre las negociaciones a puerta cerrada.

## UNA APUESTA PARA EXPLORAR

Para el investigador Hidalgo “el fichaje con IA es una de las mejores estrategias para el fútbol, pues permite elegir, determinar y mirar todas las posibilidades y variantes que puedan existir, sin perder de vista ningún aspecto”.

Actualmente adelanta las pruebas del programa en uno de los equipos de la División Mayor del Fútbol Profesional de Colombia (Dimayor), con resultados considerables para el club.

Los profesores John William Branch y Pedro Atencio, director y codirector del trabajo, resaltan que los resultados de esta investigación abren un abanico de posibilidades para seguir explorando la aplicación de diversas técnicas de IA en diferentes disciplinas deportivas, y no limitarlo a uno solo.

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, fichajes de fútbol, futbolistas.



# AMENAZAS DE FUGA DE FERRÓNÍQUEL EN MINAS YA SE PUEDEN PREDECIR

JUAN ESTEBAN CORREA RODRÍGUEZ,  
periodista Unimedios - Sede Bogotá

Los hornos en los que se funden el hierro y el níquel tendrán una vida más prolongada gracias a la IA. Los algoritmos no solo permitirán monitorear el “estado de salud” de los hornos, sino que también alertarán sobre la amenaza de fuga del metal líquido, predicción que les evitaría cuantiosas pérdidas a las minas.



FOTO: Cerro Matoso

EL EXPERIMENTO SE HIZO EN LA MINA a cielo abierto de Cerro Matoso –ubicada en el municipio Montelíbano (sur de Córdoba)–, en donde laboran cerca de 2.000 personas, la mayoría de la región. Su principal actividad es la producción de ferróníquel (mineral plateado y brillante de superficie lisa y reflectante similar al acero inoxidable) resultado de la aleación entre el níquel y el hierro, importante para producir acero inoxidable ya que resiste la corrosión y las altas temperaturas brindando una mejor calidad para las industrias automotriz, de electrodomésticos, militar y médica, entre otras.

La fundición de estos dos metales se hace en grandes hornos de arco eléctrico cuya vida útil se puede acortar por las altas temperaturas de fusión (de 1.200 a 1.600 °C), y que entre otros daños podría generar la fuga de líquido fundido poniendo en riesgo la calidad de la producción de la mina e incluso la seguridad de los trabajadores.

Con miras a predecir cualquier falla de este tipo, ingenieros de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) implementaron un modelo que advierte –con una precisión entre 85 y 90%– lo que ocurre hasta 10 horas en el futuro en los hornos de arco eléctrico. Para ello utilizan redes neuronales, que suponen una mejor asistencia para los operarios de la mina, ya que analizan grandes cantidades de datos sobre el horno y sus paredes.

Según el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), en todo el mundo existen alrededor de 94 millones de toneladas de reservas de níquel conocidas; los países con mayor cantidad son Australia, Brasil, Rusia, Cuba y Filipinas.

En Colombia el níquel es el cuarto producto más exportado –después del petró-

leo, el carbón y el café– y en 2018 generó alrededor de 43 millones de dólares para el país. Cerro Matoso SA es propiedad de la empresa australiana South 32 y extrae cerca de 40.000 toneladas de material al año. Para ello emplean grandes maquinarias con las que extraen del suelo lateritas (capas de tierra ricas en hierro, níquel y aluminio, entre otros minerales) que luego se funden en los hornos para separar y unir el material necesario.

Los hornos de arco eléctrico son como grandes cajas fuertes resistentes al calor, con una coraza gruesa y sensores de temperatura alrededor. En su interior hay varillas metálicas que funcionan como conductores de electricidad (electrodos), y que al encender el horno entran en contacto con los metales y producen rayos eléctricos en forma de arco que derriten el metal y lo convierten en líquido para verterlo en recipientes.

Los profesores Carlos Galeano y Jorge Sofrony, de la Facultad de Ingeniería de la UNAL Sede Bogotá, junto a un grupo de expertos e investigadores, desarrollaron novedosas técnicas de monitoreo estructural y operativo de los hornos de arco eléctrico de la mina y sus paredes refractarias, determinando tanto el “estado de salud” como la cantidad de componentes necesarios para obtener el mejor ferróníquel posible.

Cerro Matoso SA no contaba con un sistema inteligente de procesamiento de datos para aprovechar la información proveniente del sistema de automatización actual o de la nube (red de servidores de datos en línea), por lo que la IA supone un gran avance para la industria y para la mina.

Los modelos de IA analizan y predicen el comportamiento de los hornos en determinados periodos, y mediante imágenes

termográficas diagnostican las condiciones de las paredes, pues estas señalan el calor de determinadas zonas y permiten prevenir y alertar sobre posibles fugas de metal líquido, que traen grandes pérdidas económicas si se considera que la reconstrucción de un horno puede costar hasta 250 millones de dólares.

Para el estudio se entrenaron redes neuronales de tipo GRU (Gated Recurrent Units) –escogidas por su memoria y capacidad de inferencia de grandes cantidades de información– con más de 300.000 datos de temperatura, potencia y composición, entre otros, y encontraron una capacidad de predicción de entre el 85 y 90 % para detectar riesgos, pérdidas de calor, déficit en la composición de materia prima y otros factores fundamentales para el buen funcionamiento de los hornos.

## AVANCES QUE SUMAN

En el proyecto se crearon modelos de predicción de la composición de la calicina, que es la materia prima precalentada a 800 °C antes de entrar al horno. Su estructura química influye en la eficiencia energética y la calidad de la producción. Incluso pequeños cambios en su composición son cruciales para lograr un consumo eficiente de energía y una producción de alta calidad.

“Que una calicina tenga falta o exceso de materiales como óxidos de silicio y magnesio genera problemas de tiempo en el proceso y de consumo de energía del horno; identificar estas fallas ayuda a que los operarios de la mina sepan qué componentes añadir o reducir para obtener la mejor materia prima posible, un proceso que en la industria se conoce

como mejoramiento o *upgrading*”, asegura el docente Sofrony.

Explica además que para generar mejores predicciones existen 4 grupos de variables esenciales: (i) información de los sensores de temperatura ubicados alrededor del horno, (ii) temperatura del agua de los intercambiadores que extraen el calor de las paredes, (iii) potencia eléctrica suministrada por los electrodos que calientan la calicina, y (iv) la composición de esta materia prima.

La iniciativa surgió de un programa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) que ofrece beneficios tributarios a empresas por inversiones en innovación y busca fortalecer la colaboración en ciencia y tecnología entre empresas, academia y Gobierno. En este caso, la UNAL colaboró con Cerro Matoso SA para promover la innovación y la investigación, lo cual ha dado como resultado artículos, ponencias en congresos y participación de estudiantes en distintos proyectos.

“El proyecto demuestra que invertir en la economía de la innovación tecnológica en Colombia sí sirve, y los beneficios para Cerro Matoso SA fueron y son indiscutibles. El acompañamiento y la confianza se recompensaron con la transformación hacia tecnologías 4.0 y el afianzamiento de su potencial de trabajo y sus lazos con la academia, y además disminuyó la dependencia tecnológica de industrias y expertos extranjeros”, concluye el profesor Sofrony.

PALABRAS CLAVE: Cerro Matoso, ferróníquel, minería, inteligencia artificial.

# CAMARÓN BLANCO

## ¡SEPA CUÁNDO PESCARLO!

VANESSA MARÍA MARTÍNEZ ANGLUO,  
periodista Unimedios - Sede Tumaco

Entre mediados de enero y de marzo las embarcaciones de pesca tanto artesanal como industrial y deportiva tienen prohibido capturar camarones en el Pacífico colombiano. Con la aplicación de IA, esta veda dejará de afectar la economía de los pescadores; cálculos muestran que entre junio y julio el marisco se reproduce “por toneladas”.

ASÍ LO DEMUESTRA Bathymetric Projection y Random Forest, la combinación de modelos de IA creada por investigadores de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Sede Tumaco que determina la distribución de camarón blanco en el Pacífico colombiano en escenarios de cambio climático.

Con el modelo los pescadores artesanales identifican la mayor presencia de la especie en zonas veredales como Chorrera Curay y Chajal en alta mar, y así programan con antelación cuántas horas dedicarán a la pesca del camarón, cuántos kilos o toneladas de crustáceos van a sacar del mar y cuánto se reducirá el consumo de combustible de las lanchas. También les sirve a las autoridades pesqueras para replantear la estrategia para proteger el camarón, conocida como “la veda”.

Ante la escasez de este marisco entre enero y marzo, se aplica una veda de pesca que no les permite a los pescadores capturar camarón, para que este se pueda reproducir y subsistir. En esta tarea se articulan la Policía Nacional en el área urbana y de carretera, el Cuerpo Guardacostas y la Fuerza Naval en área marítima, y la Infantería de Marina en zona de bajamar, quienes realizan controles en sitios de desembarco, centros de comercialización y restaurantes, instaurando multas a quienes infrinjan esta disposición.

Según la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), se estima que en Colombia existen 120.000 pescadores artesanales, y alrededor de 353 de ellos son de Tumaco, quienes en el periodo de veda capturan peces y cangrejos para comercializarlos y también para alimento en sus hogares.

## EL CAMARÓN BLANCO, UNA ESPECIE SOBREEXPLOTADA

El investigador Iván Felipe Benavides, quien realiza estancia posdoctoral en la UNAL a través del Instituto de Estudios del Pacífico (IEP), identificó que el camarón blanco es una especie sobreexplotada, y que desde los años 90 su pesca viene en declive. Por esto, la Aunap implementó la veda, una medida que permite conservar este recurso pesquero del cual devengan su sustento cerca de 17.000 pescadores del país.

El periodo de reproducción de este marisco va desde el inicio de diciembre hasta finales de marzo. Sin embargo, la veda actual abarca desde el 15 de enero hasta el 15 de marzo para mitigar los riesgos económicos de los pescadores y comercializadores del producto, ya que los estudios técnicos han determinado que este es el periodo que muestra los mayores índices de reproducción y reclutamiento de la especie.

Sin embargo el estudio concluyó que esta medida no está funcionando, ya que las estimaciones de las poblaciones siguen decayendo, y por estar en la profundidad del mar es más difícil caracterizar su hábitat sin información en las plataformas virtuales.

“Para resolver la sobreexplotación necesitamos saber en qué lugar está y cuándo llega ahí la población de camarón; para eso implementamos modelos de distribución como una alternativa menos costosa sin tener que llegar hasta el mar con el equipo para tomar muestras y hacer escaneo del lugar”, señala el investigador.

El modelo recopila información marina de latitud, longitud y profundidad de todas las bases de datos del mundo –especialmente de

la plataforma Copernicus Marine–, y según estas cada 10 m de profundidad en el océano hay un cambio en la temperatura del agua. Además se incluye información de variables como salinidad, oxígeno disuelto, carbono, clorofila y fitoplancton.

El profesor John Josephraj Selvaraj, director del IEP de la UNAL Sede Tumaco, precisa que este modelo es un mapa de distribuciones que con determinadas variables –como lluvia, agua, luz, temperatura, humedad relativa, aire, viento, temperatura del agua y pH– permite conocer en qué parte del océano Pacífico se encuentra la especie hoy, y en 2050, 2080 y 2100.

“Si hay veda del camarón en el Pacífico, con el mapa de distribución conocemos las zonas específicas que se deben cerrar. Así, estudios como este ayudan a mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la especie”, agrega.

## ¿CÓMO SE COMPORTA EL CAMARÓN BLANCO?

En el Pacífico colombiano se distribuyen especies de camarones de aguas someras y de aguas profundas. Comercialmente se han identificado cuatro especies de aguas profundas: camarón coliflor, camarón rosado o rojo, camarón café, y camarón cabezón; y en aguas someras tití, tigre, pomada y camarón blanco o langostino.

Este último es el que más se captura en esta región, sobre todo entre junio y agosto; sin embargo este también aparece en abundancia con el cambio climático y los fenómenos de El Niño y de La Niña, por la termoclina, que es la capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o la altura.

“A veces hemos tenido abundancia entre septiembre y octubre, y en otros momentos se ha dado entre mayo y julio. Eso depende de las lluvias, que influyen mucho porque lavan todos los nutrientes de la tierra generando una interesante cadena trófica”, menciona el doctor Carlos Barreto, de la Aunap.

## RESULTADOS

El modelo determinó que el camarón aparece de forma estacional en el Pacífico colombiano: entre enero y febrero ocupa zonas más superficiales al sur de Buenaventura; en junio y julio baja a zonas más profundas del océano, y en diciembre vuelve hacia la superficie.

Durante el fenómeno de El Niño la población de camarón disminuye, y con el de La Niña se expande. Así las autoridades de pesca del país pueden utilizar el modelo para determinar qué va a pasar con el camarón.

Según esto, las vedas no son efectivas porque el ciclo reproductivo de la especie es a mitad de año y la veda se implementa al principio. Por ende, la autoridad pesquera debe actualizar las fechas y las áreas de restricción de la pesca.

Con el modelo, la IA es la gran mediadora: “buscamos usar los recursos del presente sin comprometer los del futuro. La IA nos ayuda a identificar de forma automática áreas de pesca y de conservación idóneas mediante algoritmos, en tiempo real, algo que nunca hemos tenido”, concluyó el doctor Barreto.



¿Cómo funciona el mapa de distribuciones?



De las

16

variables climáticas y ambientales, el sistema elige las de mayor incidencia en la especie.



Cada mes se analizan las profundidades en las que reposa la especie y cómo se distribuye en su hábitat, evaluando si:



- se ha adaptado a las condiciones del hábitat, o
- ha migrado hacia otro lugar con las mismas o similares características a las de su hábitat original.



FOTO: Orlando Sierra - AFP.

PALABRAS CLAVE: inteligencia artificial, camarón blanco, pesca artesanal, Pacífico colombiano.

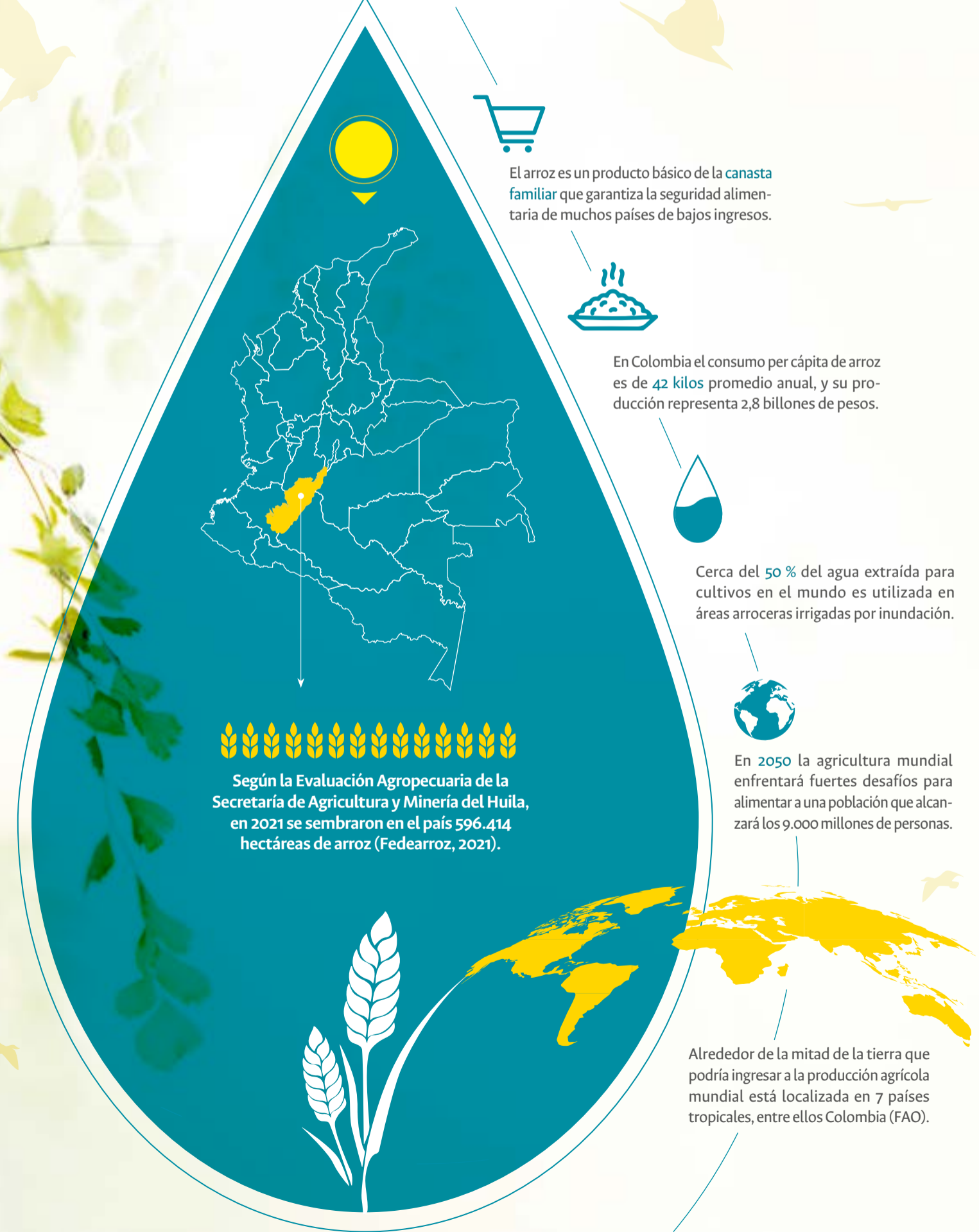


FOTO: Archivo Unimedios

# ¿Cuánta agua necesitarían los cultivos de arroz en COLOMBIA?

En el mundo, para producir 1 kg de arroz se requieren entre 2.500 y 3.400 litros de agua. ¿Muchísima verdad? Para darle un mejor uso al recurso hídrico en zonas arroceras del país como Huila, investigadores pusieron a prueba la IA y determinaron las áreas con menor y mayor capacidad de producción de agua, por lo que ahora los productores del cereal podrán escoger dónde cultivarlo, racionando el líquido.

**ANDREA PEÑALOZA,**  
periodista Unimedios - Sede Palmira



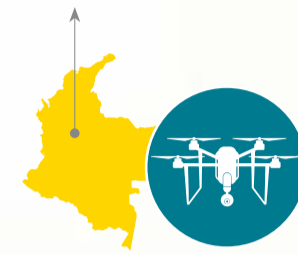
## Inteligencia artificial aplicada en la agricultura colombiana

Principales proyectos con IA liderados por la Universidad Nacional de Colombia

### REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

Modelo computacional que a partir de la experiencia de problemas resueltos construye un sistema que toma decisiones y realiza clasificaciones para solucionar problemas.

#### SEDE BOGOTÁ



Análisis con drones y segmentación de imágenes espectrales de grandes extensiones con las que se busca detectar enfermedades en un cultivo de palma de cera en Santander.



#### PALMA DE CERA



Colombia es el cuarto productor de aceite de palma en el mundo y el primero en América.



Los cultivos de palma de aceite ocupan cerca de **500.000** hectáreas en 19 departamentos del país.

#### SEDE MEDELLÍN



Agricultura inteligente mediante el uso de herramientas de bajo costo para mejorar la productividad de pequeños cultivadores de hortalizas.



#### HORTALIZAS



Según las perspectivas de crecimiento mundial de la FAO, Colombia está llamada a ser una de las despensas agrícolas del mundo.



La producción de hortalizas en Colombia es de **economía campesina** y destinada a satisfacer el mercado interno.

EN MUCHOS PAÍSES de bajos ingresos el arroz es un producto básico de la canasta familiar, muy relevante para las poblaciones rurales, ya que garantiza su seguridad alimentaria. En Colombia, el consumo per cápita de arroz es de 42 kg promedio anual, y su producción representa 2,8 billones de pesos.

Según la Evaluación Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, en 2019 se sembraron 32.812 hectáreas en ese departamento, y durante 2020 se sembraron en el país 596.414 hectáreas (Fedearroz); además, cerca de 4.000 familias viven del arroz.

Estas cifras inspiraron al magíster en Geomática Carlos Cáceres, de la UNAL Sede Bogotá, a desarrollar un "modelo con lógica difusa" en el cual aplicó lo aprendido en la clase de "Inteligencia artificial y modelos de producción agropecuaria", impartida en la Maestría en Ciencias Agrarias de la UNAL Sede Palmira, trabajo que realizó en compañía del profesor Juan Guillermo Popayán Hernández.

La lógica difusa en una rama de la IA que le permite a una computadora analizar información del mundo real en una escala entre lo falso y lo verdadero, con un sistema basado en el comportamiento y el pensamiento humanos.

### IA PARA ESTIMAR Y OPTIMIZAR EL AGUA

Para el estudio se tuvieron en cuenta las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), las cuales permiten establecer el comportamiento y estado del recurso hídrico en escenarios presentes y futuros respecto a oferta, demanda, calidad y vulnerabilidad.

En el desarrollo del trabajo, los investigadores determinaron el índice de uso del agua, calculando la cantidad utilizada por diferentes sectores (de consumo, agricultura, e industria, entre otros) en relación con la oferta hídrica regional disponible, que para un periodo de 12 meses es de 20.103 millones de m<sup>3</sup> en promedio, el equivalente a suministrarle agua a una población de 236 millones de habitantes, según la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.

Con base en el agua que entra en forma de precipitación o lluvias (0,25%), y aquella que se pierde en la evaporación por la temperatura y la radiación solar en el suelo y las plantas (0,75%), los investigadores realizaron un balance general de su comportamiento, y lo analizaron tomando datos de estaciones

hidroclimatológicas del Ideam con periodos de 30 años. Ello les permitió estimar la tendencia de los registros con lógica difusa.

Así, el estudio reveló que existen zonas con alta presión hídrica, por lo que es importante buscar alternativas de desarrollo agrario que no dependan del uso intensivo del agua como los cultivos de arroz, que requieren sistemas de inundación. Por ejemplo, al identificar zonas con mayor oferta hídrica, en áreas con arbustos densos, pueden prosperar la cholupa y el plátano junto con el arroz, y en áreas de escasez funcionarían los cítricos.

A partir de esta modelación, los productores podrán analizar la oferta hídrica del Huila para condicionar la productividad de las cosechas; racionalizar el agua y los fertilizantes; programar de manera diferencial el manejo en campo del cultivo, y realizar un mejor pronóstico de la producción de arroz por unidad de área.

**PALABRAS CLAVE:** inteligencia artificial, agricultura, algoritmo, arroz.

#### SEDE PALMIRA



Identificación de ataques de ácaros en las hojas de un cultivo de papaya mediante imágenes de dron e IA para aplicar tratamientos que reduzcan los costos de operación y el impacto de los agroquímicos.



#### PAPAYA

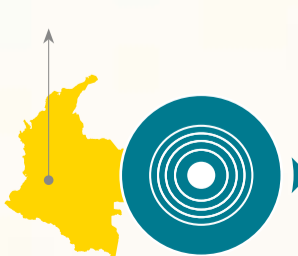


Holanda, Kuwait, Bélgica, Emiratos Árabes Unidos, República Checa, Canadá y Catar son los principales consumidores de papaya colombiana.



El Valle del Cauca es el principal productor de papaya para exportación, seguido de Córdoba, Magdalena, Meta, Antioquia y Tolima.

#### SEDE PALMIRA



Modelo para predecir zonas de riesgo y establecer programas de manejo integral de plagas cuarentenarias en cultivos de aguacate Hass.



#### AGUACATE HASS



Con más de **155.000** toneladas anuales, Colombia es el segundo productor de aguacate Hass en el mundo después de México.



El aguacate Hass colombiano es uno de los más **apetecidos** en el mercado internacional.

# Autenticidad y originalidad, el debate actual del

JUAN ESTEBAN OCAMPO RENDÓN,

magíster en Estética, docente investigador de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL)

En los últimos años la IA ha impactado significativamente el mundo del arte. Más allá de servir como una técnica simple y pasiva –como pasa en la producción tradicional–, los métodos de aprendizaje autónomo y de procesamiento de imágenes se han utilizado para crear obras por medio de algoritmos y asistir a los artistas en sus procesos creativos.

UNA DE LAS APLICACIONES más interesantes de la IA en el arte visual es la creación de obras de arte generativas, es decir mediante algoritmos que toman decisiones a partir de una serie de parámetros establecidos previamente. Un artista podría programar un algoritmo para crear una imagen que se parezca a un paisaje específico, pero con ciertos elementos añadidos o eliminados; así, la máquina empieza a tomar decisiones a partir de este insumo y establece una estrecha relación entre el humano y la máquina, enfocado a generar productos artísticos.

Como en cualquier obra de arte, las creaciones generadas por la IA son influenciadas por la cultura, el avance tecnológico, las tendencias artísticas contemporáneas y la estética. En este sentido, el pintor ruso Wassily Kandinsky (1866-1944) explica en su ensayo “De lo espiritual en el arte” (1989) que “cualquier creación artística es hija de su tiempo, y la mayoría de las veces madre de nuestros propios sentimientos. Igualmente, cada periodo cultural produce un arte que le es propio y que no se puede repetir”.

La cita de Kandinsky es relevante en el contexto actual del arte generado por IA, ya que permite entrever que en el arte los procesos se transforman gracias al contexto que los determina, y aunque se puede hablar de “arte tradicional”, es importante empezar a reflexionar y a producir a través de algo tan inminente como la llegada de la IA al mundo, y el arte no debe ser ajeno a estos procesos y avances.

## UNA NUEVA CREATIVIDAD

Bajo esta lógica, los artistas están usando la IA como una herramienta que potencia sus procesos creativos. Algunas de sus aplicaciones pueden analizar el estilo y las técnicas de un artista y sugerir ideas para nuevas obras de arte, al punto de poder generar un proceso co-creativo horizontal entre humano/máquina, es decir que desde ambos escenarios hay un aporte a la producción artística, lo que lleva a una

ampliación del marco de producción y al paradigma que sustenta el arte tradicional.

Más allá de dicha relación, estas obras de arte están generando muchas críticas especialmente en el ámbito de la autenticidad y la originalidad, ya que son creadas a través de algoritmos preestablecidos y no necesariamente reflejan la singularidad y la subjetividad del artista.

Algunos críticos argumentan que la creación de obras de arte generativas es menos auténtica y original que la tradicional, pues se dice que esta última, por ser producto netamente del artista, es más original, obviando el hecho de que al igual que la máquina, el artista es hijo de su tiempo, contexto y cultura, como lo menciona Kandinsky.

Es probable que a medida que la tecnología siga evolucionando siga teniendo un impacto cada vez mayor en el mundo del arte. El futuro cercano del uso de herramientas de IA en el arte es cada vez más emocionante, y posiblemente veamos nuevas formas de utilizar la IA en el proceso creativo de los artistas y en la creación de obras de arte generativas.

Algunas de dichas posibilidades del futuro del arte usando IA son:

- Creación de arte generativo en tiempo real: mejorando la tecnología y la capacidad de procesamiento es probable que se vuelva real. Además, hacerlo permitirá una mayor interacción con el público.
- Integración de la IA en la creación de esculturas y arte físico: aunque la mayoría de las aplicaciones de la IA en el arte han sido digitales, es probable que veamos cada vez más su integración en la creación de esculturas y arte físico.

## RETOS DE PESO

Sin duda alguna la tecnología seguirá avanzando a pasos agigantados y permitirá nuevas formas de creatividad y expresión artística, pero no necesariamente se debe temer a estos desarrollos, ya que el uso de la IA en el arte puede tener muchos beneficios, entre

ellos que la tecnología permite explorar nuevas formas de creatividad y expresión artística, y en este sentido la IA puede ser una herramienta útil para los artistas.

También cada vez más se pone de relieve el hecho de que el uso de la IA en el arte presenta muchos desafíos éticos, morales y estéticos. Por ejemplo, el problema de quién es legalmente dueño de una obra de arte creada por una IA es una cuestión compleja que aún no está completamente resuelta. Esto se debe en parte a que las leyes de propiedad intelectual no han evolucionado lo suficiente para lidiar con la creación de obras de arte generadas por computadora; sin embargo, esto no debería limitar el avance y los procesos que se desprenden desde allí.

Además se habla del miedo a que la IA reemplace los procesos creativos humanos, pero es importante recordar que esta no puede hacerlos sola completamente, y mucho menos reemplazar su creatividad. En cambio sí puede ayudar a los artistas a explorar nuevas técnicas, estilos y posibilidades, lo cual deriva en la expansión de los marcos de creación y la llegada de un nuevo paradigma de investigación y creación en las artes, teniendo siempre como frente la pertinencia de ser críticos en la manera como se utilizan estas herramientas y en cómo logran potenciar a la humanidad a través de su uso.

En conclusión, el empleo de la IA en el arte es una tendencia creciente que presenta nuevas posibilidades creativas y técnicas, pero también plantea desafíos que generan preocupación sobre el futuro de estas herramientas.

Por lo tanto, es importante que los artistas, los desarrolladores de IA y la sociedad en general trabajen juntos para explorar y definir las implicaciones conceptuales y productivas de esta tecnología. Si se aborda de manera cuidadosa y responsable, esta puede ofrecer nuevas y emocionantes posibilidades para el futuro del arte y de la humanidad en general.

PALABRAS CLAVE: arte, inteligencia artificial, arte generativo.

### ROBBIE BARRAT



ARTISTA E INVESTIGADOR EN IA

Barrat ha subastado sus obras generativas como NFTs en plataformas de mercado de criptomonedas como Ethereum. También exhibe su trabajo en galerías y festivales de arte.

### SOFIA CRESPO



ARTISTA DIGITAL Y PROGRAMADORA

Crespo crea y vende sus obras generativas como NFTs en plataformas de mercado de criptomonedas. También colabora con marcas y participa en exposiciones de arte digital.

### MEMO ATKEN



ARTISTA Y PROFESOR DE ARTE

Atken exhibe y vende sus creaciones generativas en galerías y museos. Además ha colaborado con marcas y organizaciones para crear obras personalizadas.

### HELENA MARTÍN FRANCO



ARTISTA MULTIMEDIA Y PROGRAMADORA

Martín Franco comercializa sus obras generativas como NFTs y también las exhibe en galerías de arte digitales y físicas. Participa en exposiciones y festivales internacionales.

### ANDREAS REFSGAARD



ARTISTA, DISEÑADOR E INVESTIGADOR EN IA

Refsgaard crea instalaciones interactivas y obras generativas. Vende sus obras en forma de instalaciones y colabora con instituciones y festivales de arte.