

# Pensis

Información completa para entender todos

TEC

## Inteligencia Artificial

Cuando las máquinas  
hablan el mismo idioma

El futuro de  
Isaac Asimov

## ¡Todos podemos hacer un uso responsable del agua!

1

Si va a construir: coloque sistemas de buena calidad para el **tratamiento de aguas residuales**.

2

En su hogar u oficina: **promueva el reciclaje** y buena disposición de desechos para no contaminar el agua.

3

**Buenas prácticas:** mejore y modifique sus hábitos, así disminuirá el desperdicio.

4

**Controle el consumo de agua:** cierre todas las llaves de la casa y vea si el medidor sigue marcando consumo de agua, si esto ocurre, evidenciaría una fuga en el sistema.

Fuente: Expertos de Ingeniería Ambiental y del Sistema de Gestión Ambiental del Tecnológico de Costa Rica

En el TEC promovemos el uso racional del agua...

## Con nuestras investigaciones, dejamos huella

- En el año 2016 el TEC convirtió a Costa Rica en el **primer país de Latinoamérica** en realizar una **descarga de plasma** en un Stellarator. Además, en enero de 2018, la Institución empezará a construir un edificio de investigaciones sobre plasma.
  - En el futuro, con la energía extraída del plasma, **un gramo** de combustible será suficiente para alimentar de electricidad a **80 casas** durante un mes
- TEC ¡aportando al desarrollo y competitividad del país!**



# Los desafíos de la modernidad

Hasta hace algunas décadas era inimaginable pensar en sistemas que procesaran datos e información de manera tan precisa y rápida que pudieran cumplir la función ideal, incluso de un médico, de estar al día con los avances y tratamientos de la ciencia médica.

Esto solo por citar un dato. La inteligencia artificial vino para quedarse. Las posibilidades que se abren con su incursión son inmensas, a tal punto que muchos se han cuestionado hasta donde llegan los límites de algo que parecía haber salido de la ciencia ficción, para convertirse en toda una realidad.

En la actualidad, gracias a esos avances, las máquinas procesan el lenguaje y la información para desafiar, mejorar vidas, diagnósticos, personalizar servicios, suministrar datos, la inteligencia artificial está en todas partes.

Desde la Academia son múltiples los avances que se desarrollan en esta materia, en función de la vida y del bienestar humano. Sin duda, lograr poner al alcance ese conocimiento para salvar vidas y contribuir con el diagnóstico de diversas patologías como el cáncer, será de gran ayuda para todo lo que se avecina, una población envejecida, con diversos síntomas y las dolencias que padecen las personas de un mundo desarrollado, donde el corre corre diario y el estrés nos están pasando una alta y costosa factura.

Por ello, la interacción social que se ha alcanzado, gracias a las máquinas dotadas de algoritmos computacionales, con habilidad de aprendizaje de tipo representacional, que pueden realizar acciones que simulan el pensamiento humano a partir de la deducción lógica y la inferencia cognitiva, es un paso excelente para un mayor entendimiento de las cosas.

No obstante, entre más avanzamos, el dilema ético se acrecienta y presiona por una regulación que contribuya a evitar que todos esos avances se vuelvan en contra de la misma humanidad y contribuya a combatir temas complejos como la hambruna, el cambio climático y la desigualdad social y económica, solo por citar algunos desafíos que se enfrentan en esta época. La inteligencia artificial puede estar al servicio de la humanidad, siempre que la humanidad decida estar al servicio de sí misma.

¿Y usted, qué opina?

Carla Garita Granados  
Directora General

Jorge Quesada Araya  
Coordinador Editorial

**Pensis**  
Información completa para entender todos  
TEC

Es una publicación trimestral del Tecnológico de Costa Rica que busca abrir espacios para el debate y la reflexión sobre diversas temáticas de índole nacional con enfoque global.

**Dirección General**  
Oficina de Comunicación y Mercadeo del TEC

**Directora General**  
Carla Garita Granados  
cgarita@itcr.ac.cr

**Coordinador Editorial**  
Jorge Quesada Araya  
jquesada@itcr.ac.cr

**Producción General**



Altea Comunicación  
☎ (506) 2235-7286  
✉ info@alteacomunicacion.com  
📍 AlteaComunicacion

**Gerencia de proyecto**  
Ronny Garro Ureña  
rgarro@alteacomunicacion.com

**Editora**  
Ma. Martha Mesén Cepeda  
mmesen@alteacomunicacion.com

**Periodistas**  
•Gustavo Arias Retana

**Corresponsales**  
•Luis Guillermo Hernández  
México

•Solange Eguía  
EEUU

**Corrector de estilo**  
Marcela Cerdas Troyo  
mcerdas@alteacomunicacion.com

**Diseño y diagramación**  
Natalia Valverde Vega  
Coordinadora Dpto. Diseño

•Kimberly Jackson Torrealba  
Diseñadora

Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la autorización expresa por escrito de los editores. Las opiniones externadas en esta publicación no reflejan el criterio o posición del Tecnológico de Costa Rica.

Miradas



6

Sobre la mesa



16



Hechos & realidades



Debate

# Cuando las máquinas hablan el mismo idioma

**De la ciencia ficción a la vida cotidiana. Lo que parecía inimaginable pensar hoy, la inteligencia artificial lo ha convertido en una realidad.**

¿Qué vendrá después?

Cuando Cosero era presentado al mundo, en el otoño del 2010, la inteligencia artificial dejaba de ser un asunto exclusivo de los relatos de ciencia ficción para convertirse en una palpable, accesible y contundente realidad doméstica: comenzaba la era de la interacción cotidiana humano-robot.

Sus desarrolladores, investigadores de nueve nacionalidades distintas, congregados en el Instituto de Ciencias de la Computación de la Universidad de Bonn, lo mostraban al público de la feria *Robocup* como un primer vistazo a la futura masificación de los robots inteligentes, esa idea que desde los años 40 del siglo XX rondó a la humanidad.

Tras una década de perfeccionamiento arduo, los científicos habían desarrollado un ente mecánico ligero, con brazos de 7 grados de libertad de movimiento, un micrófono unidireccional

conectado a un cráneo de bocinas como orejas, ojos de lentes *FireWire* 800 con escáner de alta definición y, sobre todo, un cerebro propio: una unidad autómat, de respuesta inmediata, equipada con un supercomputador portátil *Lenovo X220 Special*, que le permitía pensar y actuar tres veces más rápido que sus competidores.

*Cosero* y sus hermanos, primeros equipos diseñados con fines no militares, serían los primeros robots destinados a acompañar a los seres humanos a partir de la segunda mitad del siglo XXI, según explicó entonces Manus McElhone, investigador alemán corresponsable del proyecto, quien añadió, eufórico: “Bienvenidos al futuro, hoy”.

**¿Qué ha pasado en estos ocho años?**

Todo. Más de 30 universidades e institutos tecnológicos alrededor del mundo trabajan ahora

Continúa en página 10

# EVOLUCIÓN

**Lo que se busca**  
Es alcanzar un alto grado de interacción social.

En el viejo continente utilizan modelos experimentales.

Alrededor del mundo.

Robots que acompañan a ancianos o a niños, con una base ética y emocional, que interactúan -a niveles aún limitados- y hasta pueden sostener ciertos tipos de intercambios verbales con ellos.

## ¿Cómo lo logran?

Con equipos de inteligencia artificial  
Máquinas dotadas de algoritmos computacionales con habilidad de aprendizaje de tipo representacional que puede realizar acciones que simulan el pensamiento humano, a partir de la deducción lógica y la inferencia cognitiva.

Perfeccionan equipos auto-construidos de robots humanoides.

Universidades e institutos tecnológicos.

## ¿En qué se utiliza ya Inteligencia Artificial?

- Computación
- Hogar
- Medicina
- Industria pesada
- Transporte terrestre
- Aviación
- Transporte marítimo
- Juguetes y artículos personales
- Cuidados humanos
- Música
- Entretenimiento
- Atención al cliente
- Telecomunicaciones
- Servicios Bancarios
- Medios de Comunicación (Drones)
- Vigilancia
- Aplicación Militar

## PRINCIPIOS ROBOÉTICOS ESTIPULADOS POR EL PARLAMENTO EUROPEO

en paralelo con el mismo objetivo: perfeccionar equipos autoconstruidos de robots humanoides para la manipulación de objetos, ligeros y pesados; para la comunicación humano–humanoide, humanoide–humano, y para alcanzar un alto grado de interacción social de esos entes: equipos de inteligencia artificial, máquinas dotadas de algoritmos computacionales con habilidad de aprendizaje de tipo representacional que pueden realizar acciones que simulan el pensamiento humano a partir de la deducción lógica y la inferencia cognitiva, como explica el ingeniero mexicano, Víctor Ramón Barradas.

En Europa ya se utilizan los modelos experimentales. Igual en Corea y Japón. Robots que acompañan a ancianos o a niños, con una base ética y emocional, que interactúan -a niveles aún limitados- y hasta pueden sostener ciertos tipos de intercambios verbales con ellos.

Para ello han trabajado científicos con la ayuda de psicólogos informáticos, especialistas en ciencia cognitiva, diseñadores, físicos, ingenieros en informática, matemáticos y especialistas en robótica y cibernética, entre muchos otros.

De acuerdo con el mexicano Barradas, integrante del equipo de trabajo del Laboratorio de Bio-Robótica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, a finales de esta década, hacia el año 2019, los primeros robots humanoides caseros estarán en el mercado, dispuestos como ayudantes en las tareas domésticas más sencillas: limpiar mesas, servir platos, cuidar plantas, asear recámaras, vigilar bebés, ayudar a ancianos a tomar sus medicamentos.

**Y eso ocurre también en América Latina. De acuerdo con Barradas, especialista en Mecatrónica, la presencia cada vez más importante de Inteligencia Artificial está obligando a los gobiernos y sociedades a debatir sobre los alcances y límites éticos, sociales y emocionales que habrán de circunscribir su utilización.**

- 1 Proteger a seres humanos del daño causado por robots.
- 2 Respetar el rechazo a ser cuidado por un robot.
- 3 Proteger la libertad humana frente a los robots.
- 4 Proteger la privacidad y el uso de datos ante (coches autónomos, drones, asistentes personales o robots de seguridad)
- 5 Protección de la humanidad (ancianos, niños, dependientes) ante riesgo de manipulación por parte de los robots.
- 6 Evitar la disolución de los lazos sociales haciendo que los robots monopolicen las relaciones con determinados grupos.
- 7 Igualdad de acceso al progreso en robótica: impedir la brecha robótica.
- 8 Restricción del acceso a tecnologías de “mejora” para impedir abuso en la idea del transhumanismo (humanos “mejorados” con tecnología robótica).



Es el nuevo desafío tecnológico: las capacidades de “razonar” y “aprender” de la inteligencia artificial están mostrando gran utilidad en la medicina, donde unidades experimentales ya se prueban en el perfeccionamiento de diagnósticos y tratamientos, en la aplicación de cuidados –como las “mascotas robóticas” para enfermos de Alzheimer que estimulan sus funciones cerebrales- y en la llamada telemedicina, para diagnósticos sin traslado.

Investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) ya utilizan una herramienta de inteligencia artificial, denominada *machine learning* (‘aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas’) para detectar tempranamente el cáncer de mama, con un 95 por ciento de eficacia.

El propio equipo de Bio-Robótica de la UNAM realiza un proyecto denominado Pumas@Home,

que perfecciona una androide de 1.80 metros de alto y brazos finos, bautizada como *Justina*, habilitada para recordar órdenes verbales, limpiar habitaciones, reconocer personas y servir mesas, además de emitir mensajes filosóficos.

Sin llegar al grado de excelencia que alcanza *Cosero*, cuya versión más avanzada fue presentada en la Feria *Robocup* 2018 en Montreal, Canadá, la mexicana *Justina* logró demostrar que el avance tecnológico y científico latinoamericano está muy detrás del europeo y asiático sólo en cuanto al acceso a recursos financieros, porque en cuanto a ingenio, inventiva, capacidad y destreza para introducir innovaciones está parejo.

Algunas empresas privadas trasnacionales, como *iRobot*, *Aldebaran Robotics* y *RoboBuilders*, que actualmente contribuyen con las universidades en la dotación de plataformas para el desarrollo de la robótica experimental, han lanzado al

mercado distintos tipos de máquinas robóticas de tipo lúdico, como un simpático humanoide, NAO, del tamaño de un bebé.

### ¿Hasta dónde llegará este fenómeno?

“No lo sabemos todavía”, dice el mexicano, “la inteligencia artificial puede estar al servicio de la humanidad, siempre que la humanidad decida estar al servicio de sí misma”. Y ese es el verdadero desafío.

Hasta el momento, solo el Parlamento Europeo y científicos de California, en Estados Unidos, han desarrollado de manera paralela una serie de principios éticos en torno de la robótica e inteligencia artificial, denominados roboética, como son el respeto por la dignidad humana, la libertad, la seguridad, la privacidad, la búsqueda del

bien común y el no uso militar, pero ambos grupos coinciden en una interrogante: El desarrollo de esta tecnología avanza a pasos vertiginosos en el mundo y nadie sabe hasta dónde llegará en un par de décadas. ¿Podremos regular su actuación ética con la misma rapidez?

**Ya trabajan en ello, dice el especialista en Mecatrónica, al mismo tiempo que los gobiernos y las sociedades comienzan a debatir sobre los alcances y límites éticos, sociales y emocionales que habrán de circunscribir su actuación.**

# ¿Superarán las máquinas al ser humano?

**Es imposible frenar el desarrollo y todo indica que la IA (Inteligencia Artificial) llegó para transformar completamente la sociedad en los aspectos laborales, sociales y educativos. ¿Estamos listos para lidiar con el cambio?**

El desarrollo tecnológico se mueve a una velocidad insospechada y, para muchos, cada día estamos más cerca de la realidad que nos muestran series de televisión como "Person of Interest", donde una máquina de súper tecnología vigila la vida y cada movimiento de las personas a través de las cámaras instaladas en la ciudad, con la justificación de prevenir actos terroristas.

Hace poco nos sorprendimos con un video del expresidente Barack Obama, realizado con alta tecnología en la Universidad de Washington, que reunía citas antiguas del exmandatario, creando un discurso nuevo y ajeno a la realidad, casi imposible de refutar en términos de veracidad. Cabe preguntarnos entonces, ¿cuáles son los límites de la experimentación? ¿Están las máquinas amenazando la privacidad y el protagonismo

del ser humano en el campo laboral? ¿La inteligencia artificial llegó para mejorar nuestra calidad de vida?

El experto Daniel Castro, vicepresidente de la Fundación de Tecnología de la Información e Innovación (ITIF) y director del Centro de Innovación de Datos de ITIF, cuyo trabajo ha sido citado y destacado en numerosos medios de comunicación, incluidos The Washington Post, The Wall Street Journal, NPR, USA Today, Bloomberg News y Bloomberg Businessweek, y que en 2013 fue incluido en la lista de FedScoop de las 25 personas más influyentes menores de 40 años en el gobierno y la tecnología de los Estados Unidos, señala que, aplicando inteligencia artificial, los investigadores lograron crear una red neuronal artificial que puede igualar el audio del expresidente Barack Obama con su modelo virtual y

parece absolutamente real. Nada puede sorprendernos hoy. Como experto, ¿a qué nivel estamos en el desarrollo de la realidad virtual? ¿Este experimento abre una nueva puerta para la manipulación de información a través de noticias falsas?

Hay tecnología que facilita a las personas crear estas "falsificaciones profundas". Sin embargo, desde que las personas comenzaron a escribir, ha habido falsificaciones y otros intentos de manipular los medios. Esta nueva tecnología probablemente también se utilizará para estos fines, pero también para muchos propósitos positivos, incluido el entretenimiento. Esto no es necesariamente un problema nuevo. Sin embargo, sí sugie-

re que no sólo necesitamos democratizar el acceso a la información y el intercambio de información, sino también garantizar que las personas tengan las herramientas y la capacidad para distinguir la información verdadera de la información falsa. En el contexto de las noticias, eso significa asegurar que los reporteros estén comprobando la información y verificando la fuente, como por ejemplo a través de testigos presenciales de los eventos.

## Desafíos

A criterio de Daniel Castro, el mayor desafío de la inteligencia artificial en la actualidad es el de aplicar esta tecnología comercialmente, lo cual sigue siendo un desafío significativo. Hay mucho



que la tecnología puede hacer, pero en realidad lograr mejoras medibles en la productividad es un desafío humano, organizacional y tecnológico. Elon Musk, por ejemplo, ha visto que la automatización tiene límites. Sin embargo, la carrera es para aplicar IA en muchos contextos diferentes.

Entre los dilemas éticos que puede representar esta forma avanzada de informática en términos de seguridad y privacidad de las personas, existen diversos temores iniciales sobre la nueva tecnología, y en la IA no es diferente. Pero, sorprendentemente, hay muchas ocasiones en que la IA realmente puede aumentar la privacidad. Por ejemplo, algunas personas pueden ser reacias a discutir ciertas condiciones médicas o compartir información personal con un médico, pero estarían dispuestas a compartir esta información con una computadora. Mientras la computadora mantenga la información privada, muchas personas preferirían interactuar con el dispositivo. Esta es la misma razón por la que muchas personas prefieren comprar ciertos artículos de carácter personal en línea en lugar de comprarlos en persona en una tienda.

Estamos enfrentando un desarrollo acelerado. ¿Muchos trabajadores realmente serán reemplazados por máquinas en sus labores?

-En primer lugar, la mayoría de los trabajos no se eliminará por completo, sino que aumenta-

rá con esta nueva tecnología, al igual que las computadoras se utilizan en muchos trabajos en la actualidad. Sin embargo, muchos trabajadores serán reemplazados por la automatización, y este ciclo de interrupción será bueno para los trabajadores, porque generalmente pasarán a empleos mejor remunerados. El error que algunas personas cometen es pensar que, si los robots eliminan su trabajo, los únicos trabajos nuevos serán para quienes fabrican los robots. Pero lo que realmente vemos en la economía es que cuando la productividad aumenta, los ingresos aumentan, y cuando las personas tienen mayores ingresos, lo gastan en cosas como educación, viajes, seguros y entretenimiento. Por lo tanto, aunque podría haber menos taxistas en el futuro, puede haber una mayor demanda de maestros, guías de viaje y trabajadores de restaurantes.

En ese sentido, ¿qué cambios deben ocurrir en las políticas educativas y gubernamentales para equilibrar esta situación?

-Es importante que los trabajadores puedan adaptarse a los entornos de trabajo cambiantes y demandar diferentes trabajos. Eso significa que los trabajadores necesitan redes de seguridad sólidas, pero también la posibilidad de acceder a oportunidades educativas asequibles en múltiples etapas de sus vidas, menciona el especialista.

## Aplicaciones inmediatas

¿Qué tipo de aplicaciones más inmediatas son posibles con respecto a los desafíos que tiene la humanidad, utilizando la inteligencia artificial?

Para el especialista, la inteligencia artificial tiene muchas aplicaciones, incluso en áreas como la robótica y el procesamiento del lenguaje natural. Una de las mayores oportunidades con IA es a través del aprendizaje automático, que permite que los sistemas aprendan a resolver problemas discretos rápidamente usando grandes conjuntos de datos en lugar de tener un código de programador como solución. El aprendizaje automático se está aplicando a muchos problemas, especialmente aquellos que implican el reconocimiento de patrones, como la escritura a mano, las imágenes o el habla.

## Contribuciones

¿Qué contribuciones concretas ofrece la inteligencia artificial hoy en el cambio climático, la medicina, la construcción y otras áreas esenciales para el desarrollo humano?

-Hay muchas aplicaciones de IA. En Medicina, la IA se usa para diagnosticar pacientes y recomendar tratamientos. En muchos casos, la IA supera a los operadores humanos. En la agricultura, la IA puede clasificar las verduras, pronosticar el rendimiento de los cultivos e identificar las plantas enfermas. Y la IA se encuentra en muchos dispositivos de consumo, desde asistentes virtuales como Siri y Alexa, hasta aplicaciones especializadas en dispositivos domésticos inteligentes.

# La era cognitiva

**Vino a romper lo establecido y a hacer posible lo impensable. El mundo detrás del sistema informático Watson.**

**D**e una inteligencia superior, su cerebro fue diseñado para analizar, leer y procesar miles de datos e información en cuestión de segundos, aprender de cada interacción y dar soluciones “a la medida” en campos tan diversos como la Medicina, la misma tecnología de donde salió, etc.

Con esas características, ya sabemos por qué Watson tiene al mundo de cabeza, enamorado de sus alcances y a la vez preocupado de hasta dónde puede llegar.

Sus creadores han sido claros: superar el cerebro humano.

Detrás de todo ese engranaje hay arquitectura de software de alto nivel, que lo convierte en un “roba suspiros” de lo que puede realmente hacer.

Watson procesa, se alimenta, entiende, inte-

ractúa, gracias a esa capacidad cognitiva de entender el lenguaje natural.

Sus capacidades le permiten analizar y procesar datos para llevar tareas tan complejas como diagnosticar diversas patologías humanas.

Lo que se originó décadas atrás en un restaurante donde cenaban sus creadores se ha convertido en el boom de lo que muchos han denominado la cuarta revolución industrial.

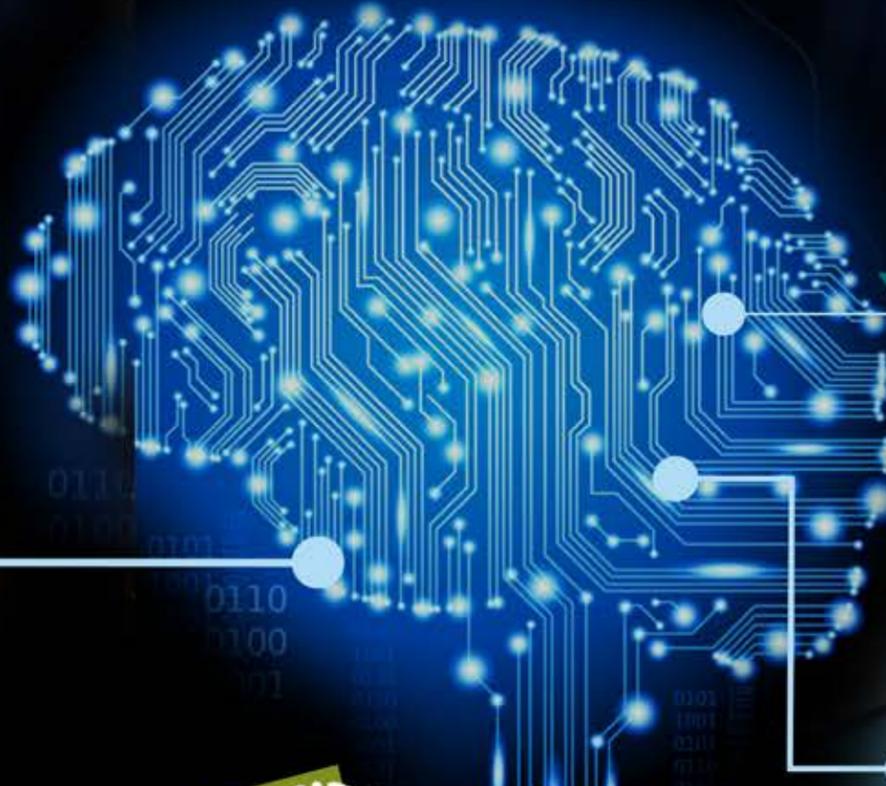
La visión que tuvo uno de los ejecutivos de IBM permitió sacar del anonimato a este sistema, cuando ganó el famoso concurso estadounidense Jeopardy en el 2011.

A partir de ahí comenzó a crecer como la espuma y expandir sus dominios a diversas actividades humanas.

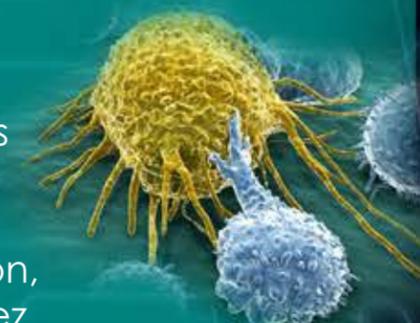
Continúa en página 24



# Watson, Rompiendo barreras



En el campo de la salud, Watson tiene un enorme potencial que ya está dando múltiples aportes en el campo oncológico, al tener acceso a la información, procesamiento y rapidez en los diagnósticos.



Concebida para leer miles de datos en segundos



Watson entiende diferentes lenguajes



Con este sistema cognitivo, se puede acceder a más de **160 000** páginas de publicaciones anuales en investigaciones, solo de cáncer, y Watson tiene la capacidad de acceder con más rapidez a los resultados más actuales.

Watson está en todas partes ...

## ¿USO INTELIGENTE?

La computación cognitiva es una nueva tecnología capaz de entender el mundo como lo hacen las personas: a través de los sentidos, el aprendizaje y la experiencia.

Los sistemas cognitivos utilizan inteligencia artificial para aprender a través de cada interacción y con cada nuevo material informativo que se les incorpora. No se programan, se entrenan, por lo cual son capaces de comprender datos no estructurados (video, audio, imágenes, redes sociales, emails, archivos pdf, sitios web, etc.) en grandes volúmenes y a velocidades sorprendentes. Según estudios realizados, al día se generan 2500 millones de gigabytes de información en todo el mundo, de los cuales el 80% son datos estructurados

“La tecnología cognitiva busca imitar el conocimiento humano a través de cuatro procesos: observar, interpretar, evaluar y decidir. Los sistemas cognitivos serán capaces de entender datos, analizarlos, razonarlos y así tomar decisiones (como lo hacen los humanos); además de aprender y acumular información e interactuar con otros humanos de manera natural y empática”, añade el representante de Cognitiva.

Al ser un sistema que se entrena y aprende conforme se va utilizando, puede que al principio sus respuestas y los análisis que realice no sean tan precisos o profundos, ya que el sistema solo cuenta con la información y entrenamiento base que recibió. Sin embargo, al poco tiempo será posible constatar los avances y el desarrollo de la tecnología.

La inteligencia artificial representa una democratización del acceso a la tecnología para todas las personas y todas las industrias; la versatilidad de las herramientas, su capacidad de entrenamiento y aprendizaje y la diversidad de productos existentes permiten que las personas puedan acceder a la computación cognitiva a costos muy rentables.

Con Watson, las empresas pueden contestar rápidamente y con información certera las preguntas de sus clientes, extraer rápidamente información clave de documentos, revelar información, patrones y relaciones entre datos y, finalmente, aumentar la productividad y mejorar el desempeño. Tecnologías disruptivas como Watson nos ayudan a entender a los consumidores. El conocimiento, el almacenamiento de datos y su interpretación ayudan a las empresas a vender. Todo esto puede traducirse en mejoramiento de procesos, disminución de costos, aumento de productividad y clientes satisfechos, generando un aumento en la rentabilidad de las empresas.

## Nuevos emprendimientos

Con la llegada de Watson se están desarrollando diversos emprendimientos en el mundo, lo que se denomina startups; a criterio de Rolando Castro, CEO de la empresa Cognitiva, el apostar por la innovación siempre será una buena idea para los negocios. Sin embargo, muchos proyectos de adopción tecnológica fracasan por tener un enfoque erróneo: "Se asume que la herramienta -llámese Machine Learning, Analytics, Internet of Things, etcétera-, por sí sola, logrará el éxito de la empresa. De ahí que nosotros tenemos una perspectiva diferente para ayudar a nuestros partners", indica.

### ¿Qué ocurre?

La inteligencia artificial (IA) -y su vertiente más avanzada, la computación cognitiva- es una innovación que brinda grandes beneficios; sin embargo, también es una tecnología disruptiva que tiene impacto en la visión y en la forma en que se hacen

las cosas en una empresa, en este caso, las startups.

"De ahí que antes de imaginar cualquier tipo de implementación, trabajamos con nuestros partners para entender: el estado de su mercado, los retos que enfrenta su sector, los factores críticos de su operación, los desafíos habituales en su proceso de toma de decisión, entre otros aspectos que son estrictamente de negocios. Cuando tenemos un panorama claro, aplicamos nuestro expertise en IA en las áreas o tareas que verdaderamente impulsarán el éxito de dicha empresa, en su adopción de la IA", menciona.

Los sistemas cognitivos consisten en una forma nueva de relación entre los humanos y las máquinas, basados en el lenguaje; sin embargo, conlleva algunos dilemas éticos.

En términos de inteligencia artificial existen dos mitos principales. El primero es que se debe ser un experto en tecnología para poder acceder a ella. El segundo es que

este tipo de tecnología terminará desplazando a los humanos y ocupando sus puestos de trabajo.

A su criterio, inteligencia artificial y el cómputo cognitivo son el resultado de la evolución tecnológica que está cambiando la forma en la que el mundo interactúa, adquiere conocimiento e interpreta los datos inteligentemente.

No es cierto que la IA vaya a reemplazar a los humanos; inteligencia artificial no es conciencia artificial. Este tipo de herramientas supone un enorme avance en materia de conocimiento, análisis y procesamiento de información sin intervención humana; no obstante, más que reemplazar, se convertirá en el apoyo permanente de las labores llevadas a cabo por las personas, quienes tendrán la oportunidad de "entrenar" dicha inteligencia para realizar labores que apoyarán la toma de decisiones.

En lo que respecta a capacidades y entrenamiento de las personas para acce-

der a la inteligencia artificial, debemos entender que la computación cognitiva es muy sencilla, siempre que, desde el negocio, seamos capaces de identificar los desafíos de las áreas en las cuales analizar grandes volúmenes de información en diferentes formatos o interactuar con cada vez mayores audiencias, es necesario para tomar decisiones o mejorar la experiencia de nuestros clientes.

**"En nuestra opinión, aprovechar la innovación con una perspectiva de negocio es la mejor forma de aumentar la productividad en las startups latinoamericanas", Rolando Castro, CEO de la empresa Cognitiva, que comercializa el sistema Watson de IBM.**

# El futuro de Isaac Asimov

Lo que décadas atrás este escritor y bioquímico vaticinó como una especie de profecía, hoy toma forma en muchos grupos de pensamiento que le apuestan a la vida utilizando como herramienta la tecnología.

**E**l mundo está cambiando vertiginosamente y con ella la tecnología ha venido a incursionar en todos los campos.

Desde el campus del Tecnológico de Costa Rica (TEC) en Cartago, hace dos años, varios profesores crearon un grupo de investigación, a la sombra de una pasión en común: el aprendizaje automático.

Bajo el nombre de Grupo Parma (Pattern Recognition and Machine Learning Group) participan unos 15 profesionales de diferentes áreas como la computación, la electrónica y la administración de empresas. Su objetivo es promover actividades académicas, proyectos y emprendimientos relacionados con el aprendizaje automático en el país y la región.

Saúl Calderón Ramírez, cofundador y coordinador del grupo, recuerda que cuando se incorporó al TEC, hace dos años y medio, venía decidido a que la Institución mejorara en esta temática y que rápidamente encontrara compañeros en los que apoyarse para promover la creación del Grupo Parma.

“Yo en la Universidad de Buenos Aires trabajé mucho el tema del reconocimiento de patrones y cuando empecé a trabajar en el TEC siempre

vi como un objetivo el impulsar estos temas y encontré muchas coincidencias con colegas que veían la necesidad de crear un grupo alrededor del aprendizaje automático, para estimularlo y poder generar masa crítica, entonces empecé a conversar con colegas que se convirtieron en los miembros fundadores y en lo que coincidimos fue que teníamos que agruparnos para poder promover actividades relacionadas con el aprendizaje automático, y bueno no nos equivocamos, en estos dos años de trabajo ya se empieza a notar un posicionamiento de la temática y han surgido cada vez más proyectos relacionados con lo que hacemos”, explica Calderón.

Según el cofundador, en la actualidad el grupo distribuye su labor entre la promoción de eventos académicos y el desarrollo de varios proyectos.

“El grupo busca promover actividades académicas, proyectos y emprendimientos relacionados con el aprendizaje automático y el reconocimiento de patrones”, menciona.

## ¿Qué significa eso?

Aplicar técnicas de aprendizaje automático en diferentes áreas, por ejemplo en el análisis de imágenes médicas, en el reconocimiento de es-

pecies a partir de imágenes digitales de las hojas, en la agricultura de precisión que tiene que ver con analizar datos agrícolas que permitan la toma de decisiones en esos contextos y en el tema del deporte, donde estamos trabajando con el Club Sport Cartaginés para aplicar herramientas de ese tipo para asesorar la toma de decisiones en el campo deportivo.

En resumen, queremos atacar todos los frentes y fomentar la materia desde la academia, pero sobre todo aplicarla para solucionar diferentes problemas”, comenta.

Otra tarea en la que están trabajando es en la búsqueda y captación de fondos externos para financiar sus actividades y contratar asistentes de investigación.

También han logrado establecer vínculos importantes con investigadores de otras instituciones, como la Universidad de Costa Rica y el Centro Nacional de Alta Tecnología.

### Enfocados en la vida

Una de las áreas en que más han trabajado durante estos dos años es en la de la medicina. Por ejemplo, están desarrollando un proyecto de análisis de imágenes médicas relacionadas con el tratamiento del cáncer.

“Ese es un proyecto financiado por Conare que trata sobre la segmentación y rastreo de células a partir de microscopía de agua fluorescencia. Nosotros somos responsables del tramo computacional de implementar esta plataforma a partir de videos y poder determinar cómo evoluciona a nivel celular un tejido canceroso y cómo reacciona a una quimioterapia específica. Esto lo trabajamos con

colegas de la Facultad de Microbiología de la UCR”, dice Calderón.

“Un mismo tejido reacciona de forma muy distinta a una quimioterapia, entonces esto es importante para analizar cuál es el impacto de una quimioterapia. Por ejemplo, podemos ver con bastante precisión cuántas células quedan vivas después de una quimioterapia y eso es muy importante. Entonces el tema de rastrear y poder determinar el árbol genealógico de cada célula de forma automática nos arroja información valiosa. Son muchísimos datos los que hay que analizar y que un microbiólogo se siente frente a una computadora a analizar todos estos videos es prácticamente impensable. Entonces hacerlo de forma automática podría arrojar información que asesore la toma de decisiones del oncólogo que está tratando el paciente”, agrega.

Otra investigación importante relacionada con el campo médico es la de el desarrollo de un modelo computacional que utiliza imágenes de Rayos X para determinar la edad de infantes, con precisión de meses.

**“Hace poco trabajamos un proyecto con colegas de la Universidad de Toronto donde el objetivo era estimar la edad de un paciente a partir de imágenes de Rayos X. De hecho, escribimos un artículo sobre el tema, esto es bastante importante, por ejemplo, en el diagnóstico de enfermedades endocrinológicas y trastornos del crecimiento”, explica el investigador.**

Si el sistema determina que la edad ósea de los infantes no corresponde a la edad real del paciente, eso es una señal clara de que existe un trastorno.

El Grupo Parma utilizó en este proyecto una técnica de aprendizaje automático conocida como Deep Learning, que permite que el modelo aprenda a identificar la edad de los sujetos a los que pertenecen las radiografías.

La biodiversidad es otra de las áreas que despierta más interés en el grupo, prueba de ello es

el proyecto de Identificación de Plantas de Costa Rica usando Visión por Computadora. La iniciativa busca apoyar la identificación eficiente y semiautomática de especies de plantas de Costa Rica, con base en imágenes. Esto porque la identificación de plantas es fundamental para estudios de riqueza biológica, inventarios, monitoreo de poblaciones de plantas y animales en peligro, el impacto del cambio climático en los bosques y el modelado de especies invasoras, entre otros.

Sin embargo, es un proceso que normalmente re-

# GRANDES APORTES



Una de las áreas en que más han trabajado, es en la de la medicina.

## GRUPO PARMA

quiere del conocimiento de claves dicotómicas, claves interactivas o simplemente de expertos. Esto hace que el proceso sea tedioso, ineficiente y propenso a errores, entonces la idea de la iniciativa es facilitar la identificación y reducir el riesgo de cometer errores.

### Posicionarse hacia el futuro

El cocoordinador del grupo considera que, pese al poco tiempo que llevan trabajando, la iniciativa tiene todas las condiciones para convertirse en un referente nacional e internacional en el tema del aprendizaje automático.

“A mediano plazo creo que el objetivo principal que tenemos es constituirnos como un grupo de referencia en el TEC y ojalá en Latinoamérica, esto nos permitirá desarrollar proyectos de investigación enfocados a trabajar con distintas instituciones y podemos ofrecer a los estudiantes espacios para que ellos puedan desarrollarse en esta área e intercambiar conocimientos con colegas de otros países”, dice.

“A largo plazo la meta es posicionarse como un país que logra desarrollar soluciones de mucho valor agregado. Todos estos temas son complejos y se necesita una formación académica consecuente. Deberíamos apuntar a una educación más científica que pueda apuntar a mejores bases para poder plantear preguntas y que podamos aplicar esto en nichos como la conservación de la biodiversidad o la medicina. Mientras existan grandes datos que procesar, el grupo tiene futuro porque a partir de ahí es que el aprendizaje automático se hace más rico. El desarrollo de patrones va a ser fundamental en la solución de problemas”, concluye.

Desarrolla un proyecto de análisis de imágenes médicas relacionadas con el tratamiento del cáncer.

Este es un proyecto financiado por el Consejo Nacional de Rectores (Conare) que trata sobre la segmentación y rastreo de células a partir de microscopia de agua fluorescencia.

El Grupo Parma es responsable del tramo computacional de implementar esta plataforma a partir de videos y poder determinar cómo evoluciona a nivel celular un tejido canceroso y cómo reacciona a una quimioterapia específica, esto se trabaja con colegas de la Facultad de Microbiología de la UCR.

Un mismo tejido reacciona de forma muy distinta a una quimioterapia.

Lo anterior, es importante para analizar cuál es el impacto de una quimioterapia.

Se puede ver con bastante precisión cuántas células quedan vivas después de una quimioterapia.

Es prácticamente impensable que un microbiólogo se sienta frente a una computadora a analizar todos estos videos. Entonces, hacerlo de forma automática podría arrojar información que asesore la toma de decisiones del oncólogo que está tratando el paciente.

El tema de rastrear y poder determinar el árbol genealógico de cada célula de forma automática nos arroja información valiosa. Son muchísimos datos los que hay que analizar.

# Inteligencia artificial la revolución que apenas comienza

**Hasta hace unos años, donde se hablaba más de inteligencia artificial era en el cine de ciencia ficción. La historia de máquinas que aprenden por sí mismas y que toman decisiones, muchas veces trágicas, ha sido recurrente en la gran pantalla, pero la inteligencia artificial es ya una realidad y sus aplicaciones están revolucionando muchas industrias alrededor del mundo.**

Esta tecnología no está exenta de críticas y hasta de discusiones que rozan el campo de la filosofía, como explica Jorge Arturo Vargas, investigador del tema en el Tecnológico de Costa Rica (TEC). El debate sobre la inteligencia artificial inicia desde su raíz, es decir, en qué es y qué no es inteligencia artificial.

“El tema de la inteligencia artificial se empieza a complicar desde la mera definición, pero básicamente hay dos ángulos sobre el cómo se ve la inteligencia artificial. Desde uno de ellos, que algunos críticos han llamado inteligencia artificial débil o precavida, se preten-

de cada vez crear mejores herramientas para darle más poder a la mente humana, pero no se pretende reemplazar, simplemente se busca aprovechar el poder enorme de las computadoras y de técnicas matemáticas más avanzadas y de algoritmos más complejos para hacer cosas que antes eran inimaginables. Hay mucha gente trabajando con esa definición y se siente feliz y a gusto; pero hay otra definición de inteligencia artificial, inteligencia artificial dura, que sí pretende (sic) que la computadora es, de alguna manera, un modelo básico de las herramientas cognitivas humanas y que por lo tanto es perfectamente fac-

tible que una computadora lleve a cabo todas las tareas cognitivas que lleva a cabo una mente humana, como el procesamiento del lenguaje natural y el manejo de imágenes mentales que son exclusivas de la mente humana”, explica Vargas.

## Ya impacta nuestras vidas

Sin importar cuál de las definiciones se consolide a largo plazo, lo cierto es que ya la inteligencia artificial está presente en muchos campos.

Por ejemplo, en la agricultura se utiliza para simplificar y acelerar decisiones sobre cuándo es el mejor momento para sembrar y cosechar, o incluso, cuáles insumos utilizar dependiendo del tipo de suelo, semilla y clima.

En transporte, lo más en boga son las investigaciones referentes a carros autónomos y a la utilidad de la inteligencia artificial en el transporte masivo de personas, por ejemplo en el control de trenes.

En salud, hay muchos proyectos alre-

dedor del mundo sobre detección de enfermedades con base en el análisis de patrones.

Otro campo en que cada vez se emplea más la inteligencia artificial es en las ventas, especialmente para la personalización de recomendaciones de compra mediante tiendas en línea. Por ejemplo, empresas como Amazon utilizan robots para identificar si un libro tendrá éxito o no, inclusive antes de su lanzamiento.

Los asistentes personales virtuales también son otros de los avances que ya se están empleando en diferentes industrias para asesorar desde decisiones financieras hasta viajes.

Todos estos adelantos están relacionados, según el investigador del TEC, con que en los últimos años tanto empresas como gobiernos han invertido más dinero en investigaciones relacionadas con inteligencia artificial.

“Ahora que hay más dinero, las empresas grandes como Facebook, Google e IBM están inyectando cantidades fenomenales de dinero para investigación,

mucho más de lo que ya habían invertido gobiernos. Además, China, Rusia y Estados Unidos han establecido la inteligencia artificial como una prioridad, pues eso motiva a que existan más jóvenes investigadores queriendo meterse en el campo y, al haber más gente investigando, hay más áreas que se están explorando con intensidad. También hay un estímulo de que también hay más aplicaciones al mundo real en robótica y en manejo de grandes volúmenes de datos y eso entusiasma mucho a los investigadores jóvenes, y por eso es que tenemos un incremento en las aplicaciones. Una vez que las empresas grandes ven que es rentable, eso impulsa todos los desarrollos”, comenta Vargas.

### Dilemas éticos

Con los avances también aparece en la palestra uno de los aspectos que, según Vargas, no se puede dejar de lado al hablar de inteligencia artificial: los dilemas éticos que acarrea.

“Hay muchos aspectos éticos importantes en inteligencia artificial. Cuando tenemos aplicaciones al mundo real, especialmente en robótica, hay un tema de responsabilidad, por ejemplo, los automóviles autónomos de Tesla y Uber han atropellado gente y, ¿quién es el culpable?

¿Son los desarrolladores del software los responsables? ¿Deben sentirse realmente responsables? Otro ejemplo es la gente que utiliza técnicas desarrolladas dentro del campo de la inteligencia artificial para volcar la opinión completa de un país para la elección de un presidente, que es el caso de Cambridge Analytics y ahí hay una responsabilidad ética. También los drones en que se están trabajando aplicaciones como la de atacar objetivos hostiles sin esperar la orden de un ser humano; eso relacionado con el desarrollo de la inteligencia artificial y la guerra”, explica.

### ¿Y en Costa Rica?

En Costa Rica todavía los avances son limitados, especialmente porque la mayoría de empresas privadas no tiene el músculo económico para financiar investigaciones en el campo.

“La situación es complicada, como pasa con muchos otros desarrollos tecnológicos, en el sentido de que hay empresas costarricenses, poquitas pero sí las hay, que han hecho importante investigación con propósitos comerciales. ArtinSoft, por ejemplo, llevó a cabo una cosa muy audaz y es que se había trabajado mucho en traducción de lenguajes naturales y entonces ellos decidieron dar un paso interesante y

es traducir código fuente entre lenguajes artificiales de programación. Entonces sí hay empresas costarricenses que están desarrollando investigación pero son pocas, es caro y hasta riesgoso en muchos casos la inversión de capital, entonces eso es un gran limitante”, dice el investigador.

En el caso de empresas internacionales de mayor envergadura, contratan personal costarricense pero no desarrollan en el país; entonces el desarrollo aparece como hecho en otros países aunque sea elaborado por investigadores costarricenses.

Por otro lado, en las universidades sí se está teniendo una mayor apropiación de parte de profesores y estudiantes, pero falta el desarrollo de posgrados especializados en el área.

“Hace unos diez años, la inteligencia artificial era un tema *esotérico* y se le prestaba poca atención en el sentido que los estudiantes preferían especializar sus estudios en áreas más atractivas comercialmente como bases de datos o ingeniería de software. Pero eso ha estado cambiando recientemente porque se ha ido incorporando a los grupos docentes con doctorados en el área para que den cursos en posgrados. Lo que pasa es que todavía se dan pocos cursos de investigación en intelligen-

cia artificial en posgrado. En mi opinión, la universidad más adelantada en esto en el país es la Universidad de Costa Rica porque ellos tienen una maestría en Ciencias Cognitivas y, por lo tanto, esa maestría permite ver la inteligencia artificial y los problemas que conlleva de una manera más integral. El TEC, por su parte, tiene gente muy capaz en el tema y hay tesis muy interesantes, pero todavía se podría redondear una maestría en inteligencia artificial. Nos falta mucho por avanzar, pero lo bueno es que es una rama con posibilidades inimaginables y en la que si invertimos nos puede dar grandes réditos a mediano y corto plazo”, concluye.

**Según Vargas, la humanidad tendrá que ir resolviendo dichos dilemas conforme avance la tecnología si quiere que la inteligencia artificial sea realmente una herramienta para mejorar las vidas.**

# Con nuestras investigaciones, dejamos huella

- En el año 2016 el TEC convirtió a Costa Rica en el **primer país de Latinoamérica** en realizar una **descarga de plasma** en un Stellarator. Además, en enero de 2018, la Institución empezará a construir un edificio de investigaciones sobre plasma.
- En el futuro, con la energía extraída del plasma, **un gramo** de combustible será suficiente para alimentar de electricidad a **80 casas** durante un mes

**TEC ¡aportando al desarrollo y competitividad del país!**

