

EVOLUCIÓN DE LOS ROBOTS COLABORATIVOS: ALGORITMOS QUE HACEN CASI TODO

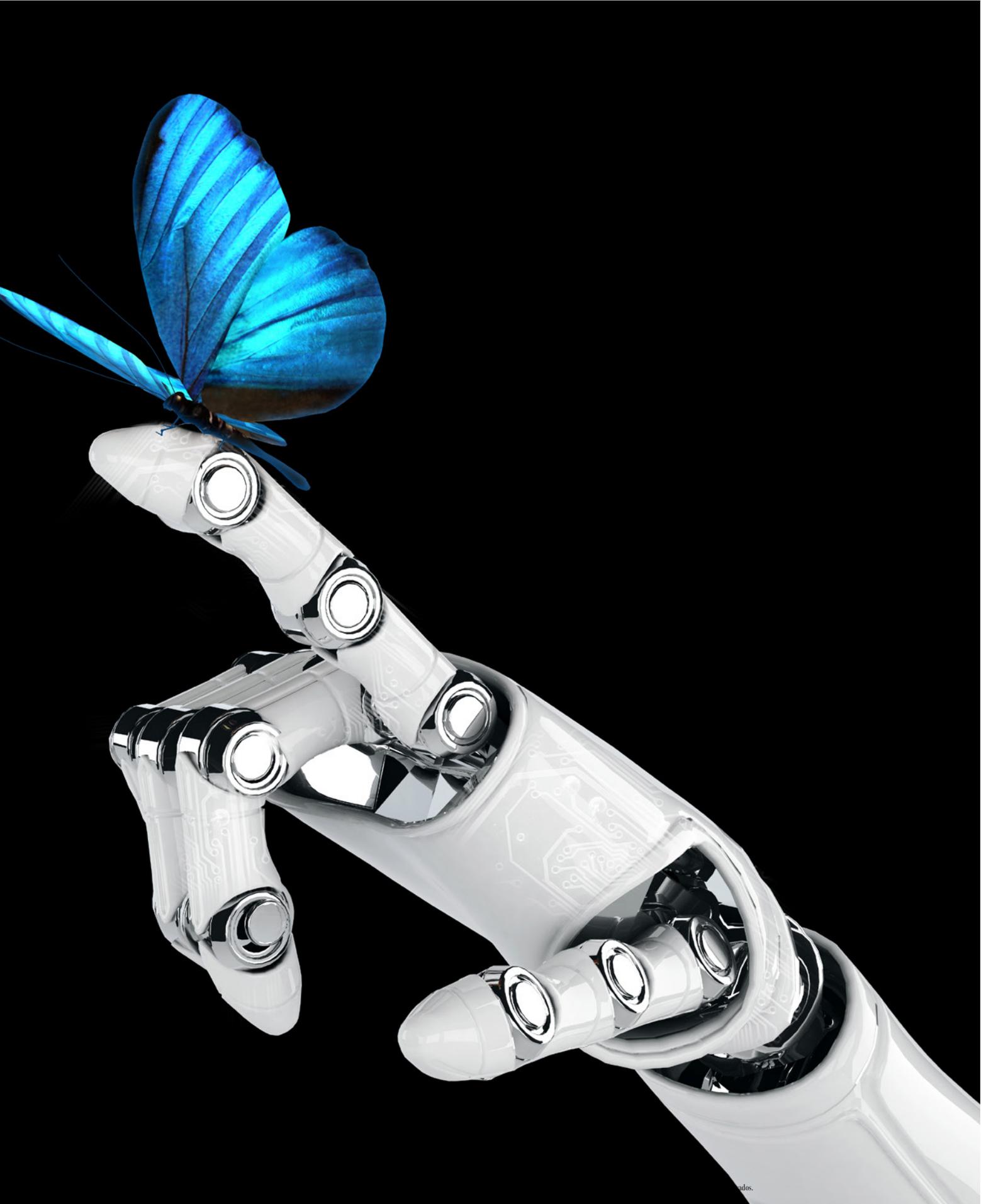
¿Son los algoritmos máquinas perfectas que rara vez se equivocan? ¿Son un simple eslabón en el proceso productivo o van más allá gracias al 'machine learning'? ¿Es el robot una amenaza para el mercado de trabajo?

ROBERTO M. ÁLVAREZ DEL BLANCO

Stern School of Business, New York University (NYU)

FEDERICO ÁLVAREZ DEL BLANCO

Haas School of Business, University of California, Berkeley (UCB)



Cuando el escritor checo Karel Capek comenzó a escribir su obra de ciencia ficción *R.U.R.*, le preguntó a su hermano, Josef, qué nombre le daría a una máquina semihumana que constituía el eje central de su argumento. Josef, que era poeta, sugirió el nombre *robot*, la palabra checa que significa trabajo forzoso;

Karel la aceptó y la modificó por la palabra actual, robot. Desde que Josef Capek acuñó en 1920 el término, “robot” se ha convertido en una expresión candente en todos los idiomas.

Los robots son más eficientes, rápidos y económicos; no duermen y no comen. Tampoco necesitan disfrutar de vacaciones, no generan ausentismo y nunca modifican su estado de ánimo, sus emociones o su ideología, por lo que son incapaces de generar conflictos laborales. Desde cierto punto de vista, los robots pueden ser considerados como máquinas perfectas que rara vez se equivocan.

El índice de crecimiento de la industria robótica global es considerable, y se estima en torno al 14% anual. Los principales actores que han ayudado en la incorporación de la robótica en procesos de fabricación han sido tradicionalmente las marcas del sector del automóvil. En las últimas décadas, los robots se han expandido a las industrias de electrónica de consumo, alimentación y bebidas y fabricación textil, al igual que a compañías en el sector aeroespacial, de distribución (como Amazon Robotics) o del sector financiero.

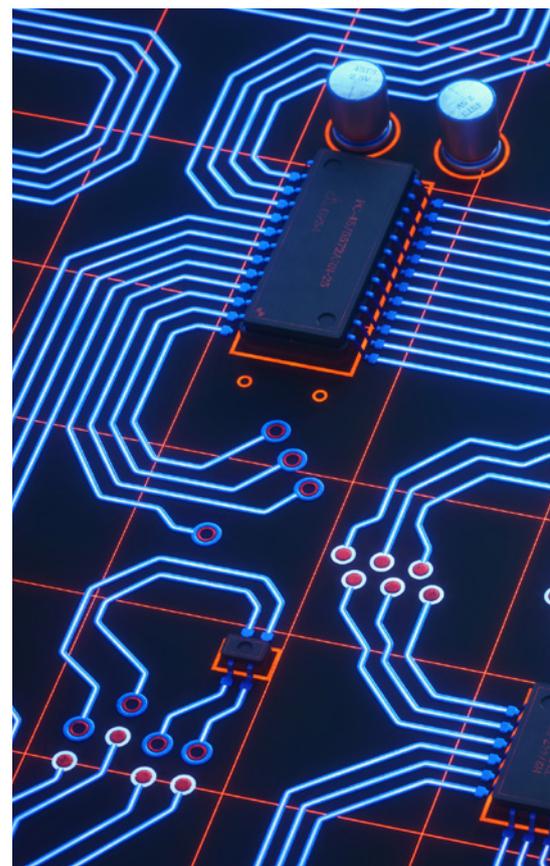
Esta revolución viene impulsada por la adopción tanto de robots de propósito simple como de robots de multiuso automático, además de máquinas conectadas entre sí. La búsqueda de

flexibilidad en producción ha generado el denominado “efecto Amazon”; los clientes desean que sus productos sean enviados a la mayor brevedad posible y sean personalizados. Para responder a este cambio en los consumidores, las marcas han comenzado a emplear robots flexibles, que pueden lograr mayores resultados que la maquinaria rígida tradicional.

Los robots son mucho más que un simple eslabón en el proceso productivo. Numerosas versiones robóticas están capacitadas para desarrollar tareas secuenciales complejas, con robots trasladando trabajos a otros robots, e incluso enseñándose mutuamente. En los últimos años, los sistemas de control se han sofisticado significativamente, incluyendo el propio aprendizaje de la máquina (*machine learning*). Ahora, lo que un robot aprende puede ser mandado a la nube para transmitir ese aprendizaje a otros robots, quienes a su vez lo asimilan, ejercitan, mejoran y actualizan.

Un debate legal y ético sugiere que los robots que autoaprenden deben dotarse de una cierta “personalidad electrónica”. De este modo, se modificaría su estatus legal, al considerarse que podrían ser responsables de sus propios actos, como daños personales o a la propiedad. Además, los procesos que utilizan las máquinas para autoaprender son sumamente complejos y, en cierta medida, desconocidos, convirtiéndolos en auténticas “cajas negras”.

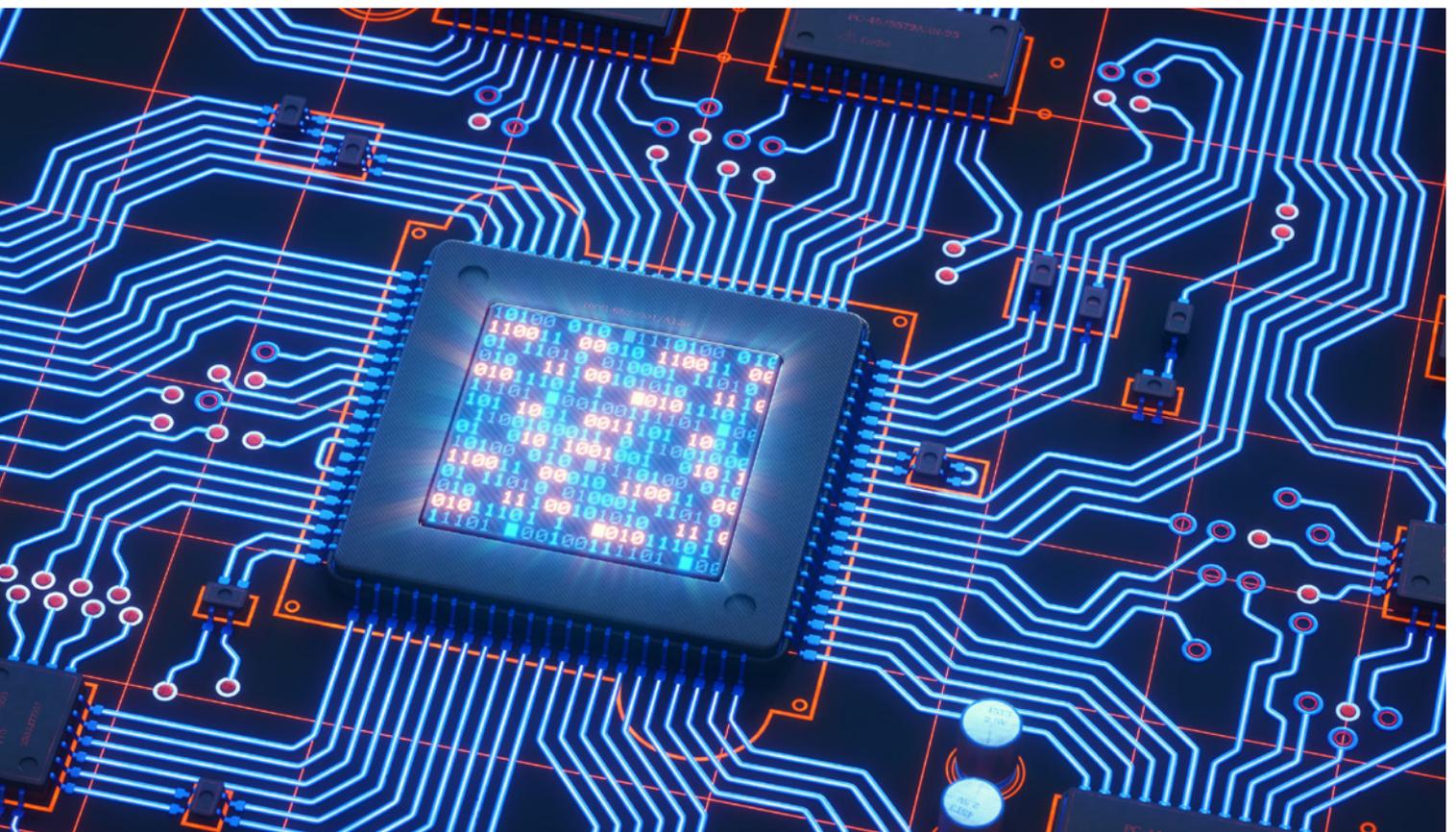
En el futuro, es posible que los procesos de constante aprendizaje resulten imposibles de comprender, convirtiendo las máquinas en impenetrables para atribuirles responsabilidades legales. A pesar de que este debate está todavía en su infancia, es muy probable que se intensifique en las próximas décadas, a medida que los robots incrementen su presencia en la sociedad.



TIPOLOGÍA DE ROBOTS

Seguramente, una de las sociedades más familiarizadas con el fenómeno de la robótica es la sociedad japonesa. En Japón es común interactuar con robots humanoides, de entretenimiento, androides, robots animales, sociales y guardianes, entre muchos más.

En los próximos años, las previsiones indican una aceleración en el crecimiento de la robótica a nivel global. El mercado de robots de consumo, aquellas máquinas que ayudan en el hogar, se estima que se triplicará; específicamente, el mercado crecerá desde 5.400 millones de dólares en 2018 a 14.900 millones de dólares en 2023.



La disminución en los precios de robots personales contribuirá a la irrupción de nuevos competidores que estimularán su adopción. Además, la creciente demanda de aparatos para el cuidado de la salud personal y de la seguridad del hogar se incrementará, debido al rápido envejecimiento de la población en países desarrollados.

Por ejemplo, en 2016, la marca Homoma lanzó el robot Andago, que ayuda en ejercicios y entrenamiento de movilidad a personas de mayor edad. Asimismo, el segmento de seguridad y vigilancia tendrá un crecimiento significativo en los próximos años, lo que asegura un aumento en el mercado de drones personales. También la adop-

ción de robots para la limpieza del hogar es cada vez más significativa en el segmento doméstico. Ya se han comercializado más de quince millones de unidades del robot de limpieza Roomba; la compañía iRobot estima que puede llegar a comercializar más de cien millones de unidades para el año 2020.

El mercado global de robots personales es muy competitivo, con jugadores nacionales e internacionales bien diversificados. Asimismo, el crecimiento del mercado atrae a nuevos participantes que impulsan la rivalidad competitiva. Empresas como iRobot, Jibo, 3DRobotics, Honda Motor Company, Bossa Nova Robotics, DJI y →

UN DEBATE LEGAL Y ÉTICO SUGIERE QUE LOS ROBOTS QUE AUTOAPRENDE DEBEN DOTARSE DE UNA CIERTA “PERSONALIDAD ELECTRÓNICA”. DE ESTE MODO, SE MODIFICARÍA SU ESTATUS LEGAL, AL CONSIDERARSE QUE PODRÍAN SER RESPONSABLES DE SUS PROPIOS ACTOS, COMO DAÑOS PERSONALES O A LA PROPIEDAD

BAXTER

Baxter es un robot industrial fabricado por Rethink Robotics, de Boston, introducido en el mercado en 2012 y relevado por el robot Sawyer. Baxter tiene dos brazos y un rostro animado. Se usa para trabajos industriales simples, como carga y descarga, al igual que para clasificación y manipulación de mercancías. Baxter ha sido diseñado para realizar las tareas tediosas en la línea de producción y concebido para las pymes. Su precio de 25.000 dólares equivale a algo menos del salario anual de un operario de fábrica, convirtiéndolo en muy asequible, práctico y competitivo.

Está dotado con una pantalla animada, similar a un rostro, que le permite desplegar varias expresiones faciales. Con un sistema de sensores localizado en su cabeza, Baxter puede percibir a personas y adaptarse al entorno. Ello le permite detener su funcionamiento cuando algo falla o cuando su entorno cambia. Por ejemplo, si a Baxter se le cae una herramienta de sus manos, inmediatamente sabe que no puede continuar su trabajo. Además, si se lo coloca sobre una plataforma cuadrúpeda con ruedas, Baxter se convierte en un "cobot" móvil.

Desde su introducción, Baxter ha contribuido directamente a la maximización de eficiencias y a la disminución de costes de producción. Baxter ofrece precisión, intensidad y autonomía, mientras que los equipos humanos suministran flexibilidad y habilidades para la resolución de problemas. De hecho, se lo puede programar en solo quince minutos, sin necesidad de contar con ingenieros en robótica.

Las personas y los robots, trabajando conjuntamente, logran producciones más flexibles, obteniendo eficiencias y creando ventajas competitivas para todas las empresas, independientemente de su tamaño.

A pesar de los beneficios de la robótica, algunos escépticos están preocupados porque la introducción de Baxter en las líneas de fabricación eliminará puestos de trabajo. Sus defensores sostienen lo contrario: las personas son necesarias para enseñarle a Baxter a desarrollar sus tareas. De este modo, parecería que la introducción de robots está lejos de ser una amenaza, ya que sus capacidades son limitadas en tareas como seguro de calidad o pequeños ensamblajes; en estos casos, sentir la tensión del material es necesario. Así, el reemplazo de los equipos humanos es inviable.

Vanguard Plastics, empresa familiar con treinta empleados dedicada a la inyección de plástico, se ha equipado con Baxter. La tarea que realiza es simple; agarra tubos para medicamentos de la cinta transportadora y los coloca en una máquina empaquetadora a un ritmo de 800.000 unidades mensuales. El ahorro de costes que han obtenido les permite competir con éxito con otros proveedores extranjeros, especialmente de China, manteniendo a salvo todos los puestos de trabajo, que se han trasladado a áreas de mayor valor añadido para la compañía.

→ SoftBank Group son claros exponentes de este fenómeno en el mercado de robots de bajo coste.

De forma similar, la venta de "cobots", máquinas diseñadas para trabajar junto a los humanos, se estima que incrementará treinta veces, desde 100 millones de dólares en 2015 a 3.000 millones de dólares en 2020. El mercado de robots industriales, máquinas que pueden desarrollar sofisticadas tareas en las líneas de ensamblaje, se espera que también crezca de forma significativa, alcanzando los 40.000 millones de dólares en 2020, comparados con los 25.700 millones de 2013.

ACTUALMENTE, LOS ORDENADORES PUEDEN APRENDER Y TOMAR DECISIONES DE FORMA INDIVIDUAL, MIMETIZANDO Y ADOPTANDO PATRONES SIMILARES A LOS DEL CEREBRO HUMANO

Este crecimiento se debe a que los robots han finalizado su segundo estadio evolutivo desde que, hace cincuenta y nueve años, se incorporó el primer robot a la línea de ensamblaje en la fábrica de General Motors. En las décadas posteriores, las máquinas siguieron siendo básicamente reactivas, programadas para completar tareas previamente definidas, con capacidad limitada de reacción.

Sin embargo, los últimos avances facilitan que las máquinas desarrollen tareas que requieren previamente pensamiento humano. Actualmente, los ordenadores pueden aprender y tomar decisiones de forma individual, mimetizando y adoptando patrones similares a los del cerebro humano.

Tradicionalmente, los robots industriales se confinaron en espacios fijos, y sus pesados brazos, con movimientos rápidos, los hacían peligrosos para la interacción humana. Se requerían programadores muy capacitados para diseñar sus tareas y, una vez instalados, rara vez se movían de lugar. Ahora, su peso liviano, conexión móvil y gran versatilidad convierten los robots en seguros para el trabajo colaborativo; además, esto ha sido posible por los avances en sensores, tecnología de visión y capacidad computacional. Esta evolución ha llevado a que el parque mundial de robots industriales sea de, aproximadamente, dos millones de unidades instaladas.

Los *cobots* se encuentran en fase de introducción, y constituyen solo un reducido porcentaje de las ventas totales de robots: menos del 5% de los 240.000 robots vendidos en 2017. Sin embargo, estos robots flexibles que se encuentran en el mercado a un precio promedio de 24.000 dólares tienen un enorme potencial para revolucionar la producción. Esto es especialmente importante en las pymes, que representan el 70% de la producción mundial. En general, el período actual de retorno de inversión de *cobots* se ha reducido a solamente cuestión de meses.

En términos geográficos, Asia es el mercado que más crece en adopción de *cobots*. Las ventas aumentaron un 19% en 2016, comparado con el 12% de Europa y el 8% en las Américas. Especialmente, China mantiene y expande su liderazgo como el mayor mercado de robots, con un crecimen-

to anual del 31%. Corea del Sur y Japón ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente.

EL MITO DE LA DESTRUCCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

El 93% de los inversores sostiene que la inteligencia artificial destruirá puestos de trabajo y que los robots inteligentes pondrán en peligro alrededor de 10,5 millones de puestos de trabajo (solo en Estados Unidos). Otros analistas sostienen todo lo contrario: los robots no destruirán puestos de trabajo y, además, crearán otros nuevos, la mayoría de los cuales desconocemos a día de hoy.

La densidad robótica en el mundo se estima en 74 robots por cada 10.000 trabajadores. El dilema de la posible destrucción de puestos de trabajo podría subvertirse, considerando que en los países más avanzados, como Corea del Sur, Japón, Alemania o Estados Unidos, el índice se sitúa en torno a 300 robots por cada 10.000 trabajadores, y el nivel de desempleo alcanza actualmente cotas mínimas. Incluso algunos estudios demuestran que en Estados Unidos, cuando aumenta la densidad de robots, el desempleo baja. Por ende, se podría infe-

rir que la mejor forma de garantizar la prosperidad laboral sería mediante la automatización.

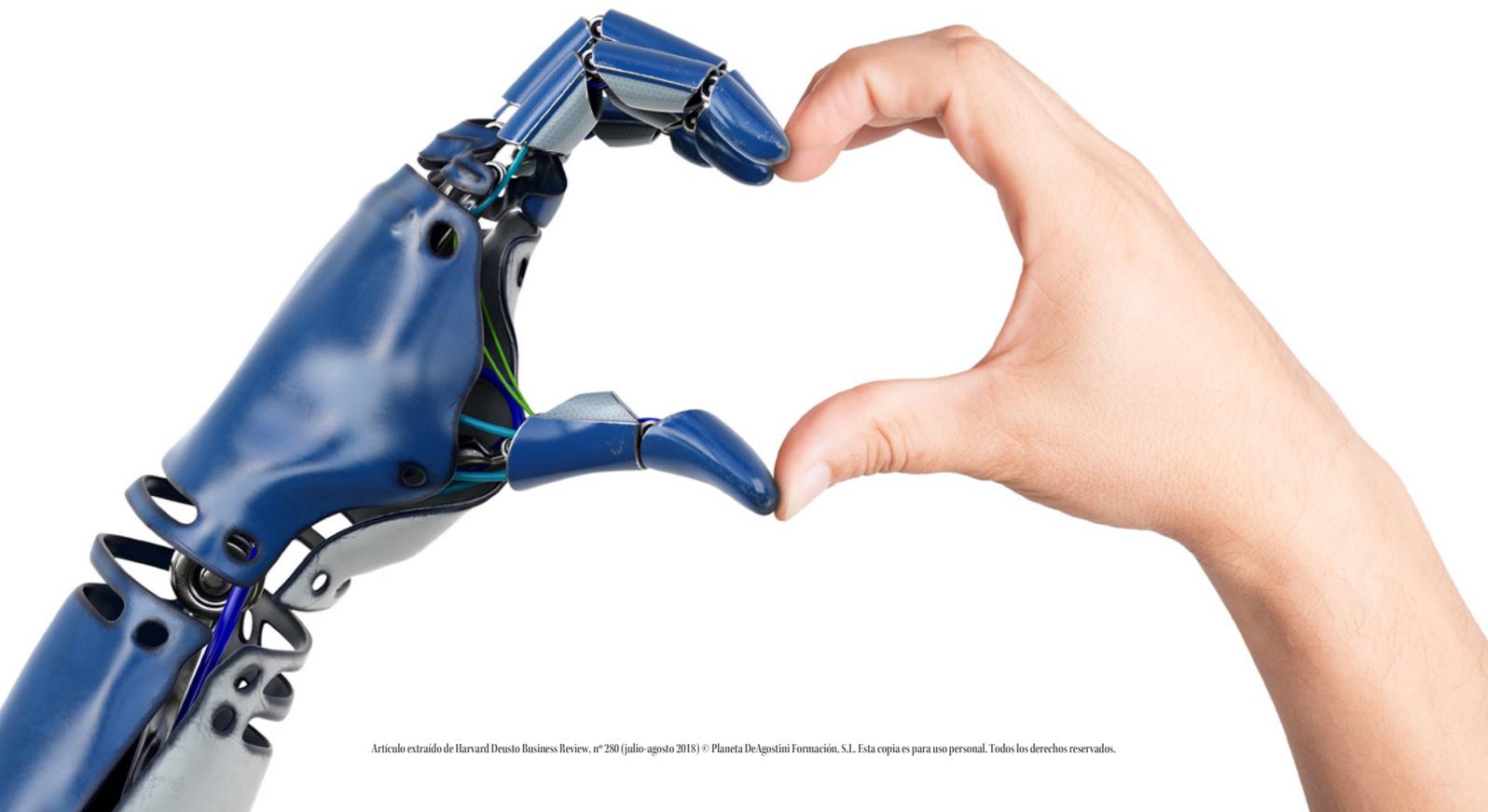
El mayor nivel de densidad robótica industrial se localiza en Corea del Sur, donde el índice alcanza la cifra de 631 robots por cada 10.000 trabajadores. Este gran uso de robots se debe al dinámico crecimiento de instalaciones en el sector de electrónica de consumo (como LCD, chips de memoria), al igual que en el sector de automóviles. De hecho, el sector automovilístico coreano está tan automatizado que la densidad de robots es de 2.145 por cada 10.000 trabajadores, mientras que en Estados Unidos y Japón es de 1.261 y 1.240, respectivamente. En España, la densidad de robots en el sector automovilístico es de 160 unidades por cada 10.000 trabajadores.

Alrededor del 25% de los trabajadores norteamericanos cree que los robots eliminarán sus puestos de trabajo en los próximos 20 años, y el 13% asume que lo harán en los próximos 5 años. El temor de la destrucción de los puestos de trabajo por el avance de la robótica se inició hace años, y la preocupación es comprensible.

A medida que los robots desarrollan mayor cantidad de tareas para las que

A MEDIDA QUE LOS ROBOTS DESARROLLAN MAYOR CANTIDAD DE TAREAS PARA LAS QUE LOS SERES HUMANOS ESTAMOS IMPEDIDOS (O NO DESEAMOS REALIZAR), Y LOS 'BOTS' IRRUMPEN MASIVAMENTE EN SERVICIO AL CLIENTE, TRANSPORTE O PRODUCCIÓN, LA ALARMA ENTRE LOS TRABAJADORES AUMENTA

los seres humanos estamos impedidos (o no deseamos realizar), y los *bots* irrumpen masivamente en servicio al cliente, transporte o producción, la alarma entre los trabajadores aumenta. Algunos estudios pronostican que el automatismo podría producir la pérdida de 800 millones de puestos de trabajo en el mundo. Otros, por el contrario, sugieren que el futuro no será tan dramático; estos asumen que, —>



→ aunque la tecnología desplazará a los trabajadores, no ocasionará una drástica reducción en el empleo humano.

Cuando, en septiembre de 1884, el propio Thomas Edison supervisó en Nueva York la instalación en la primera casa que disfrutó de luz eléctrica (propiedad del magnate J. P. Morgan), se originó un agrio debate entre trabajadores que continuó durante años. El temor que producía la electricidad aceleró una serie de mitos: las casas se incendiarían, las personas morirían electrocutadas, la electricidad produciría enfermedades incurables, incluso la locura. Con cierta perspectiva histórica, se ha confirmado que estos temores fueron exagerados.

De forma similar, la introducción del tractor agrícola, inventado por John Froelich en 1892, supuso la transición de la fuerza animal a la potencia de la maquinaria. A medida que se incrementaba la adopción de maquinaria agrícola, hubo un enorme rechazo a esta, ya que se pensaba que sería una gran amenaza para los trabajadores rurales. De nuevo, con perspectiva histórica, sabemos que el aumento de producción y la eficiencia que se originó en el sector primario hicieron que, por cada puesto de trabajo eliminado por el tractor, se crearan seis nuevos en décadas posteriores en sectores co-

mo el de alimentación y transporte logístico. Además, el tractor fue un avance significativo que redujo sustancialmente el coste de producción de alimentos y liberó a millones de trabajadores, que pudieron dedicarse a actividades más productivas.

En la actualidad, existen una serie de mitos vinculados a la incertidumbre que origina el impacto de la robótica en el mercado de trabajo, muchos de ellos sin fundamento:

• **La deslocalización, debido a la automatización, es un fenómeno actual.** Las nuevas tecnologías, incluyendo la automatización, han desplazado a trabajadores durante décadas. Numerosos ejemplos lo corroboran; los operadores de ascensores, tan comunes en las grandes metrópolis hace cincuenta años, perdieron sus trabajos cuando la tecnología permitió que pudieran ser accionados por los propios usuarios simplemente pulsando un botón. Los cajeros automáticos hacen las tareas de entrega de dinero que anteriormente eran responsabilidad de los empleados de sucursal. Las economías cambian constantemente, en gran parte por los avances tecnológicos. Cuando una nueva idea se materializa y reemplaza a otra por obsoleta (o la hace más eficiente), la sociedad avanza y prospera.

LOS AHORROS FINANCIEROS QUE LA TECNOLOGÍA GENERA EN LAS ECONOMÍAS EMPRESARIALES REGRESAN A MANOS DEL CONSUMIDOR, DE LOS TRABAJADORES Y DE LOS ACCIONISTAS, IMPULSANDO EL DESARROLLO ECONÓMICO

• **Los robots no crean nuevos puestos de trabajo.** Uno de los malentendidos más frecuentes de la destrucción de los puestos de trabajo por los robots es que es un fenómeno permanente, que originará una pérdida neta de puestos de trabajo. En 1800, el 80% de la población trabajaba en el campo. Actualmente, solo lo hace el 5%. Si la pérdida de puestos de trabajo fuera continuada, el desempleo hoy sería astronómico.

La teoría económica de crecimiento de Robert Solow asume que, cuando una tecnología produce ganancias en eficiencia, impulsa la creación de más puestos de los que se han perdido y lleva a mayores inversiones. Los ahorros financieros que la tecnología genera en las economías empresariales regresan a manos del consumidor, de los trabajadores y de los accionistas, impulsando el desarrollo económico. Investigadores han testado recientemente esta idea; analizaron diecinueve economías avanzadas desde 1970 a 2007, concluyendo que la teoría se cumple.

• **Los robots deteriorarán niveles salariales.** En este mito, se asume que los robots disminuyen la demanda de trabajo, reduciendo así los niveles salariales. Un estudio reciente realizado por diecisiete economistas demuestra que los robots disminuyen las horas de trabajo en los niveles de menor capacitación, pero no sucede lo mismo con el total de horas trabajadas. También han documentado que se favore-



cen incrementos salariales. En otras palabras, la introducción de robots podría reducir las horas (y potencialmente los salarios) solo de trabajadores menos capacitados. Por otro lado, los robots podrían liberar a estos trabajadores para que realicen otras tareas, con mayor nivel de exigencia y mayor valor añadido. En este sentido, el estudio demuestra que el mercado laboral sufre un giro, más que una contracción.

Asimismo, una cuestión fundamental es la brecha de capacitación laboral que tiene lugar cuando las personas carecen de habilidades o experiencias requeridas para cubrir las nuevas demandas. De esta forma, la tecnología desplaza a los menos capacitados. La solución, en este caso, incluye invertir en capacitación y formación de esos trabajadores para adaptarse a otros trabajos.

• **Los robots no pueden sustituir todos los puestos de trabajo.** A pesar del gran nivel de crecimiento tecnológico actual, los robots no pueden sustituir todas las áreas laborales. El ensamblaje es, por ejemplo, ampliamente citado como el espacio más afectado por la automatización. Aun cuando los robots se introducen en las cadenas de montaje, los trabajadores complementan ciertas tareas. Los robots pueden manipular e instalar el motor, pero los trabajadores deben colocar pernos o tornillos. Asimismo, los trabajadores deben controlar tanto las operaciones como los índices de calidad. Hasta ahora, muchas funciones específicas, como la creatividad e inteligencia social y emocional, están fuera del alcance de los robots.

• **La invasión de robots es inminente.** Existen innumerables alertas de que el relevo por los robots ha llegado. A medida que vemos mayores avances en automatización (lo que ha venido sucediendo durante décadas), parece que la invasión robótica sigue pendiente. La introducción de mayores números de robots será gradual, lo que otorgará a la economía y a la sociedad el tiempo necesario para adaptarse.

Es importante recordar que, aunque los avances tecnológicos crean tensiones y cambios indeseados, producen, a largo plazo, más beneficios que perjuicios.

TALLY, SOLUCIÓN ANALÍTICA

Tally, fabricado por la empresa Simbe Robotics en San Francisco, California, es el primer robot autónomo que audita los lineales en el punto de venta y brinda soluciones analíticas. Estas soluciones consisten en uno o más robots móviles que pueden circular por grandes superficies comerciales para obtener y analizar el estado o disponibilidad de los productos, además de auditar la localización ideal de los productos en el lineal para maximizar ventas. Tally hace las tareas repetitivas y laboriosas de auditoría del lineal para referencias que han hecho rotura de *stocks*, para bajos niveles de existencias, productos disponibles en sitios equivocados y error en el etiquetado de precios.

El control de *stocks* es una tarea monótona e incómoda y requiere tiempo y mano de obra, además de ser proclive a errores. Con un par de ojos parpadeantes y aspecto antropomorfo y simpático, Tally se desplaza junto a los lineales escaneando los productos, recolecta la información y la envía a tiempo real a tabletas, por lo que los equipos de la tienda pueden solucionar el problema detectado inmediatamente. Tally chequea entre 15.000 y 30.000 productos por hora, y en un supermercado pequeño o mediano puede controlar el *stock* total en 30 o 40 minutos, mucho más rápido de lo que lo harían sus colegas de los equipos humanos. Además, Tally trabaja tanto en las secciones de congelados, donde hay un alto nivel de condensación, como en áreas de elevada luminosidad.

Las pérdidas en las tiendas por falta adecuada de *stocks* a nivel mundial se estiman en 450.000 millones de dólares anuales, y el 70% de los detallistas se autocalifican por debajo del promedio en su gestión. Tally se posiciona como una solución adecuada para hacer el trabajo a gran velocidad con tasa de error cero.

La automatización en el comercio detallista se encuentra en pleno auge. Las compañías están buscando nuevas tecnologías para mejorar las operaciones rutinarias y enriquecer la experiencia del cliente. Walmart acaba de anunciar que ha iniciado las pruebas con este tipo de robots en cincuenta puntos de venta. Walmart insiste en que los robots no reemplazarán a asociados y el nivel de contratación será similar al actual. Amazon Go, en Seattle, y otras cadenas detallistas también experimentan con máquinas de Bossa Nova Robotics para mejorar la gestión de inventarios. En este caso, Amazon Go utiliza visión computarizada, numerosos sensores, algoritmos de aprendizaje profundo (*deep learning*), inteligencia artificial y tecnología de geolocalización (perímetros virtuales en espacios geográficos reales del punto de venta) para reemplazar a los cajeros.

La mayoría de los sindicatos no han comenzado a analizar las consecuencias, para sus afiliados, de la colaboración entre robots y humanos. Seguramente, lo harán cuando se produzcan las primeras pérdidas de puestos de trabajo en algunas áreas específicas. Cuando se introdujeron vehículos autónomos en las fábricas, los manipuladores de partes en el sector automotriz se mostraron ansiosos por las posibles pérdidas del puesto de trabajo. Sin embargo, hoy colaboran codo a codo con los robots, son receptivos a su introducción y nadie ha perdido su puesto de trabajo. Por el contrario, en algunas plantas de fabricación, el trabajo se ha fortalecido.

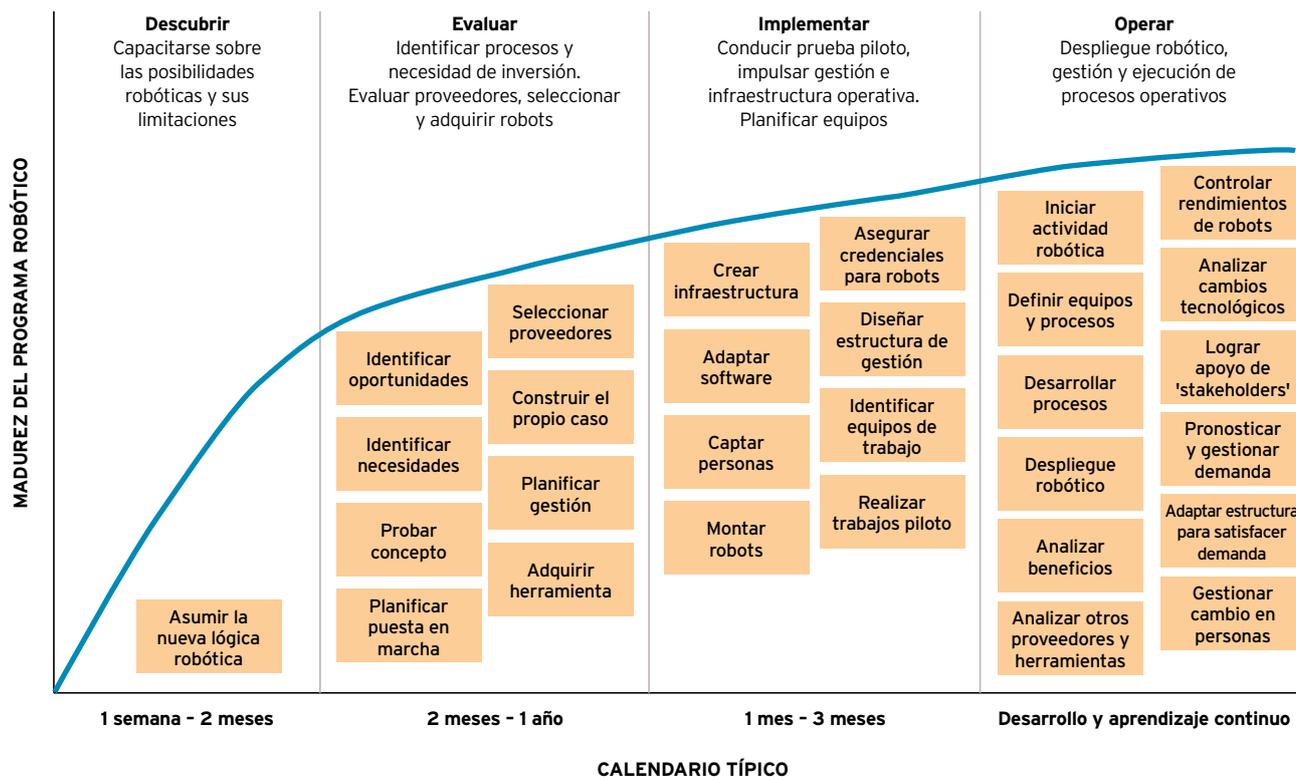
El tiempo necesario para reconfigurar la línea de fabricación por un nuevo modelo ha sido reducido desde al-

rededor de un año a cuestión de días, gracias a los flexibles sistemas logísticos robotizados. En la fábrica de Airbus, por ejemplo, los robots móviles se encargan de perforar los diez mil orificios necesarios para el ensamblaje del fuselaje del avión, mientras que los humanos siguen el trabajo en paralelo. Los robots no han reemplazado a los trabajadores, sino que han modificado las características del trabajo. Antes era manual, ahora se gestiona, o pilota, al robot.

En Mercedes Benz consideran que cuando tienen robots y humanos trabajando conjuntamente, como una persona guiando a un robot automático en el ensamblaje de partes, logran mayor flexibilidad y pueden producir más unidades en la línea de producción. Científicos del MIT han probado

GUÍA PARA AFRONTAR LA DISRUPCIÓN PLANTEADA POR LOS ALGORITMOS

Es el momento oportuno para considerar seriamente las consecuencias de la robotización y los cambios drásticos que se producirán en los modelos de negocios de la mayoría de industrias: precios más competitivos, satisfacción del cliente con nuevas fórmulas, optimización de activos, equipos humanos con capacidades digitales relevantes y con estilos de trabajo colaborativo, creativo y eficiente. El 97% de las organizaciones desean incrementar la automatización, pero solo el 53% creen estar seguras de cómo hacerlo.



→ la veracidad de esta afirmación, en este caso en BMW. La colaboración entre robots y equipos humanos aumenta la productividad de unidades un 85%. En diversas industrias se considera que los puestos de trabajo no serán afectados masivamente, independientemente de cuán inteligentes sean las máquinas. En muchos procesos es necesario incluir destreza y habilidades manuales.

LA FÁBRICA A OSCURAS

La tecnología está logrando que el trabajo sea más rápido y eficiente, con mínimos errores y respetuoso con el medio ambiente. En la fabricación de productos participan menos personas, que, en la mayoría de los casos, siguen

estrictos protocolos de automatización y requieren capacitación mínima. Hace diez años, los robots industriales ayudaban a los trabajadores en sus tareas. Ahora, los trabajadores asisten a los robots en las suyas.

Una serie de tecnologías producirán, en los próximos años, nuevas capacidades para los robots industriales y domésticos. Para el año 2020, el 45% de los nuevos robots industriales instalados tendrá al menos un atributo de inteligencia artificial: análisis predictivo, reconocimiento de condiciones de funcionamiento, autodiagnóstico, aprendizaje conjunto o cognición automática. Otra predicción es que, para 2021, agentes inteligentes robóticos supervisarán y coordinarán a los ro-

bots industriales, incrementando su productividad en un 30%.

Symbotic, localizada en Boston, diseña y comercializa sistemas para plantas industriales y almacenes totalmente automatizados. El centro prototipo de la compañía es un cubo gigante, en donde estanterías metálicas de distintos colores se elevan hasta el techo. No existen pasillos para elevadores de carga, y tampoco espacios para la manipulación humana. En realidad, no hay espacios para las personas; son totalmente innecesarios.

Los brazos robóticos descargan palets repletos de latas de salsa de tomate, frascos de mayonesa, papel higiénico o bebidas refrescantes, y los depositan en una cinta transportado-

ra que los aloja, a su vez, en cestas de almacenaje. Una flota de pequeños robots entra en acción y escanea los contenidos de estas jaulas, emitiendo zumbidos al transportarlos a las estanterías hasta que sean requeridos. Luego, un algoritmo ordena a los robots que los transporten nuevamente cuando sean necesarios.

Este modelo reinventa absolutamente los almacenes. Ahora se pueden construir edificios más pequeños para este propósito, estocar más referencias o servir a mayor cantidad de superficies detallistas; todo desde una misma localización con mayor flexibilidad y eficiencia. Debido a que los almacenes tienen una superficie más reducida, estos pueden localizarse cerca de los puntos de venta, con los consiguientes ahorros de costes en personal, logística y transporte.

Los robots no necesitan luz ambiental para operar, por lo que los almacenes tienen un 35% menos de consumo de energía que los convencionales; al mismo tiempo, reducen el coste de personal en el 85%. Además, estos almacenes automatizados pueden operar las veinticuatro horas, lo que les otorga una eficiencia adicional. El ahorro de costes es muy significativo, favoreciendo que la inversión se recupere en torno a cuatro años.

Diversos distribuidores han comenzado a implementar este modelo. Aunque el sector automovilístico es el principal usuario, el mayor crecimiento de robótica y automatización se pronostica que suceda en los sectores de venta detallista, al igual que en el de alimentación y bebidas; este se estima en torno al 7% anual. Target, Walmart, Coca-Cola y Pepsi han instalado esta tecnología en algunos de sus centros de distribución. Los almacenes totalmente automatizados son identidades estructuralmente diferentes a sus precursoras, y sirven como roles modelo a la concepción de las fábricas totalmente automatizadas.

En ellas no se necesitarán trabajadores, o se requerirán muy pocos. En el futuro, las fábricas operarán a oscuras. Solo se encenderán las luces cuando haya que solucionar algún problema técnico, o cuando los analistas, consultores o algún periodista quieran visitarlas. La integración de robots con inteligencia artificial, para

LA FARMACIA ROBOTIZADA

En 2011 se fundó una farmacia en San Francisco, California, en la que hay un empleado: un único robot. Cuando un cliente necesita dirigirse a la farmacia, el robot recibe, en cuestión de segundos, las recetas, así como información sobre qué otros medicamentos han sido prescritos al cliente, supuestas alergias o contraindicaciones. Alojado en un ambiente estéril y refrigerado, el sistema automático prepara medicinas orales e inyectables, incluyendo compuestos para quimioterapia, que coloca en envases y bolsas especiales.

El robot asegura que las nuevas recetas sean compatibles con otros medicamentos; solo entonces proporciona al cliente el producto. En su primer año de funcionamiento, el robot farmacéutico canjeó dos millones de recetas sin cometer una sola equivocación. Además, el sistema de códigos de barras y datos computarizados elimina los posibles errores. En promedio, los farmacéuticos se equivocan en el 1,7 % de las recetas. Solo en Estados Unidos, esto supone un coste anual de más de cincuenta millones de dólares.

Una serie de estudios han demostrado que la tecnología, incluyendo la lectura de códigos de barras e informes médicos informatizados, al igual que cambios en los procesos para la gestión de medicamentos, puede reducir significativamente los errores. La farmacia robotizada también contribuye a que en el Hospital de la Universidad de California de San Francisco (UCSF) se identifiquen nuevas vías para el suministro de medicamentos, con el objetivo de compartir este conocimiento con todos aquellos hospitales que lo soliciten.

LA TECNOLOGÍA ESTÁ LOGRANDO QUE EL TRABAJO SEA MÁS RÁPIDO Y EFICIENTE, CON MÍNIMOS ERRORES Y RESPETUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE. EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS PARTICIPAN MENOS PERSONAS, QUE, EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, SIGUEN ESTRUCTOS PROTOCOLOS DE AUTOMATIZACIÓN

ser efectiva, no necesita, en absoluto, la luz ambiental.

Esta disrupción tecnológica por la automatización debe aún superar algunos desafíos. Recientemente, Tesla tuvo que suspender temporalmente la línea de montaje de su Modelo 3 debido a una pausa programada en su producción. El propio presidente de la compañía, Elon Musk, reconoció por primera vez que se depende demasiado de la automatización en la línea de montaje, una afirmación sorpren-

dente de un líder que, previamente, se había mofado de la destreza manufacturera de sus competidores, jactándose de que podrá crear un “acorazado alienígena” dentro de su fábrica en 2018. Ahora, el equipo ejecutivo asume que quizá haya habido una excesiva automatización en Tesla.

CÓMO REGULAR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Desde la Revolución Industrial, la historia económica se ha caracterizado por una constante desaparición de puestos de trabajo tal como se conocían previamente (labrador, minero, lavandera) para dar origen a otros muchos más que en aquel momento se desconocían (informática, finanzas, medicina, educación, estética). En términos del economista austriaco Joseph Schumpeter, esta destrucción creativa ha configurado el continuo progreso económico de la sociedad.

La robótica se ha convertido en una de las últimas tendencias dentro de los procesos de automatización industrial, en un momento en el que la inteligencia artificial adopta un papel significativo, tanto en las funciones productivas como en las administrativas de las organizaciones. →



SIN DUDA, LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ROBÓTICA ESTARÁN SUJETOS AL MISMO MARCO LEGAL QUE SE APLICA PARA SUS OPERADORES HUMANOS, SEAN ESTOS PRIVADOS, ORGANIZATIVOS O PÚBLICOS

→ Los analistas de la tecnología conocida como “automatización del proceso robótico” aseguran que la mayoría de las empresas utilizan esta tecnología para automatizar los aspectos más tediosos, manteniendo aún al personal para que trabaje junto a los robots para que, de la colaboración, surjan sinergias más interesantes.

La evolución tecnológica es imparable, los ejemplos abundan y la disrupción estimulada por la automatización trasciende a los trabajos poco cualificados. Cambios significativos también se esperan para ciertos trabajos cualificados, con analistas previendo que ciertas profesiones, como contables, médicos, abogados, arquitectos, profesores, maestros y periodistas, competirán con máquinas más capacitadas en el futuro.

Es importante reconocer que, debido a los avances de la automatización y robótica, surgirán nuevas categorías de empleos. Se estima que más del 65% de los niños, a nivel mundial, que ingresan en la escuela primaria en la actualidad acabarán trabajando en empleos que hoy desconocemos.

Por ejemplo, que una inteligencia artificial se presente a unas elecciones a la alcaldía de la ciudad parecería más propio del cine o de la literatura

fantástica que de la realidad. Pero en Tama, un distrito de Tokio que fue, hace cuarenta años, el más avanzado y que en la actualidad tiene una población envejecida, se ha decidido dar un cambio a la Administración tradicional.

Un candidato robot, llamado Michihito Matsuda, se ha convertido en un aspirante de aspecto futurista que se compromete a analizar las peticiones presentadas al Consejo, desglosando estadísticamente los aspectos positivos y negativos de su efecto. Más aún, el robot puede analizar el diálogo y deseos de los residentes antes de calcular el mejor rumbo de acción.

Los expertos que controlan su campaña aseguran que el futuro pasa por algoritmos capaces de analizar deseos y peticiones de ciudadanos, satisfaciendo necesidades y resolviendo conflictos. El robot propone desarrollar políticas imparciales y equilibradas, implementando medidas rápidamente, acumulando información y liderando la próxima generación.

La cuestión es cómo regular, desde ahora, el avance de la inteligencia artificial y de la automatización. Una fuente de inspiración podría encontrarse en las tres normas fundamentales de interacción robótica, que el escritor de ciencia ficción Isaac Asimov definió hace décadas. Estas normas proponen que un robot no debe perjudicar a un ser humano, o por su inacción permitir que un ser humano se vea vulnerado; un robot debe obe-

decir las órdenes impartidas por los humanos, excepto cuando esas órdenes entren en conflicto con la norma anterior; un robot debe proteger su propia existencia, en tanto no entre en conflicto con las dos primeras normas.

Sin duda, los sistemas de inteligencia artificial y robótica estarán sujetos al mismo marco legal que se aplica para sus operadores humanos, sean estos privados, organizativos o públicos. Asimismo, se deberá incidir en la transparencia de estos sistemas para diferenciarlos de los humanos, especialmente en el caso de los *bots*, que pueden confundirse con personas, produciendo situaciones falsas y confusas. En tercer lugar, los sistemas no deberían almacenar o difundir información personal o confidencial sin las autorizaciones de las fuentes originarias.

En el reciente e histórico testimonio de Mark Zuckerberg, fundador de Facebook, ante el Congreso de Estados Unidos, se puso de manifiesto este vacío regulatorio y la necesidad de resolverlo, sin perjudicar a la innovación e inversiones. Lograr el equilibrio es extremadamente importante para diseñar la regulación correcta, lo que, sin duda, constituye un gran desafío intelectual. La trayectoria regulatoria se encuentra en sus inicios. El debate será relevante y la sociedad debe estar preparada para asumirlo. Lo que está en juego es el progreso de la sociedad y su impacto en la historia de la humanidad.