

¿El robot como nueva interfaz educativa y modalidad de enseñanza virtual?

CLAUDIO RAMA

Economista. Doctor en Educación, doctor en Derecho.

Introducción

La educación y la educación a distancia, en particular, se caracterizan por apoyarse en mediaciones que permiten complementar o sustituir los procesos de enseñanza. Tales mediaciones han sido conceptualizadas como generaciones de la educación a distancia (Bates, 2015) o como expresiones de la tecnoeducación (Rama, 2023), en tanto, la educación se apoya en las tecnologías de información y comunicación (TIC) y es impactada por sus cambios. Las mediaciones tecnológicas constituyen una interfaz o complemento entre el emisor y el receptor, entre el docente y el aprendiz, entre la institución y el estudiante o entre la enseñanza y el aprendizaje, es decir, articula a ambos actores. La evolución de las mediaciones ha variado: desde las formas asincrónicas mecánicas de los productos mecánicos hacia dinámicas sincrónicas analógicas y, finalmente, interactivas en el entorno digital. En tanto la educación mejora con la interacción entre los actores del proceso de enseñanza, por su parte, las mediaciones han tendido a evolucionar hacia formas biunívocas.

En este espacio de articulación e interfaces, en el mundo educativo, es necesario analizar la irrupción del robot, como una máquina-herramienta de mediación que permite cumplir funciones de enseñanza, incluso como un actor independiente. Si bien el robot nace de la lógica mecánica, concebido y teorizado para realizar tareas de fuerza en el mundo industrial, con la digitalización cambia su funcionamiento y prestaciones, gracias a flexibilidad que permite la programación informática y asume nuevas prestaciones. Pero, además de la irrupción de la inteligencia artificial (IA), se transforma y conforma no solo como una máquina que puede prestar un servicio de intermediación tradicional en el acceso a la formación, sino que –al mejorar sus prestaciones con la IA– cabe la posibilidad de conformarse como un actor educativo autónomo. Cabe reflexionar si es una utopía infantil que los robots asuman la tarea de la docencia, o las formas en las cuales se rearticulen los trabajos de enseñar entre hombres y máquinas.

Las tecnologías de comunicación y las cuatro transformaciones educativas

Las tecnologías de comunicación e información y sus innovaciones han sido uno de los ejes de las transformaciones educativas desde su génesis. Sin duda que los paradigmas y concepciones pedagógicas, las articulaciones curriculares a las demandas sociales o los objetivos políticos e ideológicos han marcado también las dinámicas educativas, pero el rol de las tecnologías de comunicación e información ha sido determinante, en tanto el fenómeno educativo es un hecho comunicacional. Las teorías de comunicación, incluidas la complejidad de la codificación y decodificación de los mensajes, su articulación a las capacidades de los actores, la tendencia a la dispersión de los mensajes con crecientes niveles de entropía o las propias narrativas que impone cada medio, constituyen los componentes principales, tanto en lo educativo como en lo comunicacional. También destaca el rol de las tecnologías de los contenidos y de las plataformas y medios, los cuales distribuyen la información. Las formas de los soportes y el envase de los contenidos son determinantes en la educación, en tanto las personas tenemos una limitada capacidad de retención y que nuestros procesos neuronales de aprendizaje imponen tiempos superiores cognitivos de apropiación, la necesidad de repetición, incluso en los propios ritmos personales, además de una mayor concentración y atención para apropiarse de conceptos complejos. Los soportes y envases permiten un tiempo expositivo, o una reproducción posterior, que facilitan su mejor apropiación. Mientras que para aprender se requieren tiempos, velocidades o formas de análisis de los contenidos simbólicos de la comunicación educativa mayores. Ello ha impulsado, entre otros elementos, una dinámica continua de innovaciones en las tecnologías de comunicación e información y una competencia entre sus productores para su mejoramiento.

Más allá de las innovaciones continuas, bajo un enfoque histórico, se identifican cuatro grandes revoluciones en las tecnologías de comunicación e información con relación a su impacto en los procesos educativos, además de estar al inicio de una quinta gran transformación con la tecnoseducación. La primera gran innovación en la comunicación, y por ende en la educación, fue la creación del alfabeto y la escritura. Ello permitió transferir y diferir la comunicación, así como, la información entre las personas, para formular conceptos e ideas con mayor profundidad al escribir. El alfabeto fue la base de las primeras estructuras educativas, entre ellas de las universidades como el caso de la primera en China, centrada en la preparación para la lectoescritura y los exámenes imperiales, acorde a las complejidades de aprender los caracteres.

La segunda gran transformación comunicativo-educativa fue la creación de la imprenta como tecnología seriada de soporte físico de la escritura, por ende de la información y el conocimiento, que permitió una comunicación más allá del tiempo y el lugar entre los participantes. Si bien se había gestado con los pergaminos, que posteriormente alcanzó un desarrollo con los libros de pergaminos unidos integrales, sin embargo, fue con la invención de la imprenta de tipos móviles de Gutenberg que se pudo registrar, transportar y preservar el conocimiento en envases seriados.

Gracias a este sistema de letras intercambiables y la facilidad de impresión, cambiaron las dinámicas de enseñanza al apoyarse en el libro como envase de contenidos y la irrupción de pedagogías como el seminario de Humboldt. El libro fue la génesis de la heutagogía y la educación a distancia.

La tercera transformación en la articulación, entre tecnologías de comunicación y educación, se produjo con la creación de la electricidad y la radio y, como soportes analógicos, la televisión para registrar y transportar los conocimientos a través de ondas hertzianas y del cine. La electricidad permitió la irrupción de sistemas de codificación y de decodificación de la comunicación inalámbrica, con lo cual se alcanzaron escalas y coberturas muy superiores a la transferencia de información. También permitió la masificación de la producción de libros por las imprentas, la expansión de las bibliotecas y, sin duda, la educación nocturna. Asimismo, se expandió la educación a distancia con otra modalidad, así como, mayores opciones del autoaprendizaje. Con estas transformaciones se democratizó la educación, por su parte, la enseñanza se apoyó intensamente en las TIC y las industrias culturales (Rama, 1999).

Posteriormente, irrumpió una cuarta gran transformación en la relación entre educación y tecnologías de comunicación con la revolución digital, que, además de registrar y transportar datos e información, permiten preservarlos en un lenguaje de ceros y unos, más resistentes a la pérdida y más fácil de transferir. Ello permitió la convergencia digital de todos los contenidos analógicos o mecánicos de imagen, sonido o movimiento. Este tipo de TIC posibilitó la virtualización y la irrupción de herramientas informáticas con un uso intenso en las aulas por medio de la PC y el paquete Office de Microsoft, así impulsaron la creación de redes y la enseñanza en aulas virtuales, con sistemas de simulación digitales y dinámicas sincrónicas y asincrónicas digitales de enseñanza. La nube se constituyó en la biblioteca de apoyo a la enseñanza y permitió crear múltiples mediaciones tecnológicas sincrónicas y asincrónicas. El acceso a la formación se democratizó, es decir, ayudó a dinámicas de desintermediarización y el autoaprendizaje asistido fue una de las expresiones (Bates, 2012), lo que permitió interacción sincrónica, móvil, convergencia digital y programación informática, que contribuyeron ampliamente al autoaprendizaje.

Actualmente, como quinto momento de la evolución de la tecnoeducación, irrumpe otro ciclo tecnológico de innovación digital con la IA, en tanto *creación destructiva* abre una nueva fase entre educación y tecnologías de la comunicación e información, la cual constituirá un jalón de primera dimensión en la reconfiguración de las características de la oferta educativa. La IA impulsará nuevas configuraciones y múltiples interfaces educativas como los simuladores, software de enseñanza interactivos y sincrónicos, y equipamientos como chatbots y robots

educativos, además, llevará la tecnoeducación a un estadio superior en su capacidad no meramente de intermediación, sino de interacción y enseñanza autónoma.

La enseñanza mediada por robots

La palabra Robot fue creada en 1921 por Capek a partir de la palabra checa *Robota* que significa servidumbre o trabajo forzado, o de la palabra rusa *rabota* que es simplemente trabajo. El concepto se enfoca en un objeto mecánico externo como expresión del industrialismo que, apoyado también en el taylorismo, transformó a las personas como en autómatas del trabajo o esclavos de las máquinas que establecían las tareas y los ritmos. La propia cadena de montaje, con su producción en serie, era una producción donde destacaba el cronómetro (Coriat, 1998). Se visualizaba a los hombres como robot de máquinas-herramientas, parte de una mirada asociada al concepto de la enajenación del hombre que producía el trabajo, quien abandonaba su concepto creativo para tornarse en el ejecutor de un conjunto de tareas automatizadas con ritmos fijados por la máquina y la electricidad. La mecanización y la automatización eran vistas como formas de enajenación y con ello se abandonaba el concepto del trabajo como realización humana. Los hombres se volvían robot al insertarse en la dinámica que imponían las máquinas herramientas de la cadena de montaje. Era la visión que Chaplin caricaturizó en la película *Tiempos Modernos*.

Se concebía un robot como un ser independiente de los hombres y que los sustituían por capacidades físicas superiores para complementar o reemplazar el trabajo de las personas. Con más fuerza física o con más capacidad de resistencia al entorno, mayor movilidad o capacidades físicas. Sin embargo, la ficción fue más intensa que la realidad que no se produjo; recién con la superación de la mecánica y la irrupción del mundo digital, se comenzó a visualizar al robot como una máquina herramienta híbrida. Con la inteligencia artificial, junto con sistema autónomo y en red, finalmente se viabiliza al robot como una máquina-herramienta autónoma conectada. Además de la fuerza física se dota de capacidades intelectuales que permiten impactar en trabajos más sofisticados y complejos. Este concepto de herramienta e interfaz es el enfoque de los actuales robots, que dejan ser de ficción y se constituyen en prototipos de trabajo concreto. Son una terminal de un ecosistema de IA que le permite realizar trabajos específicos con software y conexiones especiales en red a plataformas alimentadas por IA, además, que comandan sus movimientos.

El concepto de robot, en sus diversas vertientes de desarrollo, se focalizó en sus inicios en el mundo de la fábrica. Pero actualmente se desarrollan prestaciones en el mundo de los servicios y de la educación, especialmente en la educación virtual

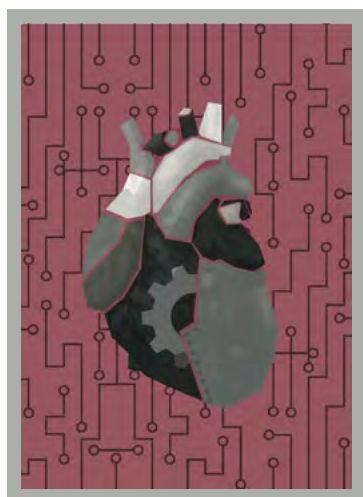
o a distancia que constituye hoy un tipo de educación en red mediada y articulada por software y que, en múltiples casos, utiliza interfaces. Con la IA se incorporan nuevas mediaciones tanto robots como chatbots. Además, destacan expresiones de robots con IA o simplemente como una mediación híbrida digital-mecánica en red. Uno de los primeros es Sophie, un robot humanoide (ginoide) impulsado por inteligencia artificial realizado por Hanson Robotics (Hong Kong).¹ Dotado de ruedas, con forma antropomorfa de mujer y conectado por Internet al software de IA generativo GPT 3.5, es una versión avanzada y actualizada de un proyecto piloto que irrumpió en el 2015 con programación propia. Es un robot híbrido con componentes mecánicos, analógicos y digitales, pero articulado por IA. Tiene una relativa autonomía con sus ruedas y sensores, e interactúa respondiendo preguntas bajo un formato de chatbot con interfaces de voces y múltiples lenguajes como GPT. La compañía trabaja en uno más pequeño concebido para su uso en el escritorio como apoyo a los estudiantes, docentes e investigadores en sus procesos de aprendizaje. Es un robot autónomo pero alimentado y movido por un ecosistema de la inteligencia artificial.

Otros tipos de robots refieren a aquellos que carecen de IA. Se los concibe como un tótem por su carácter físico y estático que funcionan como mediación en red con escasa capacidad de acción autónoma. Ellos pueden estar conectados a internet, incluso pueden estar directamente conectados a personas para gestar sus servicios o movimientos. Por ejemplo, a nivel educativo se puede referir a PERSI (Proyecto Educativo de Reinserción Social Integral) impulsado por la Secretaría de Educación Superior Ciencia y Tecnología de Ecuador, que es una interface o mediación entre un docente y los estudiantes. Está concebido como una interfaz virtual que permite dar clases en línea a las personas privadas de libertad. Actualmente se usa en 8 cárceles con profesores que, desde diversos institutos técnicos, brindan clases.

Los robots como interfaces de la IA en la vida social y laboral

La articulación de los tradicionales robots mecánicos con la inteligencia artificial (IA), implica un cambio en la eficiencia y la utilidad de los robots, asimismo, coloca varias reflexiones sobre la articulación entre las máquinas y los hombres en el mundo del trabajo y la vida social. Hasta ahora, los avances industriales en las máquinas y tecnologías en la historia, no han asumido formas antropomorfas. Sin embargo, el concepto robot, más literario que real, se concibió como una máquina antropomorfa con forma física similar a hombres o animales. Con la irrupción de la IA, como centro motriz y su uso en máquinas, se plantea la discusión sobre la eficiencia de las formas antropomorfas de los robots, frente a formas físicas diferentes y que por ende solo son percibidas como herramientas mecánicas, más allá de tener o no IA. Nadie siente que un cajero automático es un robot con IA, ya que ni se mueve ni parece humano.

Así, un eje de reflexión es sobre la eficiencia de formas antropomorfas de las máquinas con IA, especialmente en aquellas que interactúan con personas, es decir, potencialmente en los sistemas educativos. ¿Es lo mismo poner un tótem que un robot humanoide frente a una clase? Sin duda, utilizar robots con formas antropomorfas en la educación se asocia a la propia IA, que emula y replica la inteligencia humana. También puede crear tensiones de competencias laborales y conflictos hombre-máquina. Para otros enfoques, inversamente los robots con formas antropomorfas, facilitan la capacidad de interacción hombre-máquina, al igual que sus caras, gestos faciales y movimientos al imitar el comportamiento humano, pueden generar una mayor atracción y compromiso de sus usuarios, incluidos los estudiantes, con ello más atención y participación en las actividades edu-



cativas. Esta conexión emocional pudiera mejorar la comprensión de las instrucciones o información del robot. También se ha considerado que en entornos educativos la presencia de robots antropomorfos puede ayudar a reducir la ansiedad en algunos estudiantes. La naturaleza familiar de la apariencia del robot promueve una interacción más cómoda físicamente y menos intimidante. Las formas antropomorfas en los robots pueden facilitar el aprendizaje social al proporcionar modelos de comportamiento más identificables para los estudiantes. El tema no es solo por la forma física, sino que los robots están humanizando en sus interacciones. Sigman y Bilinkis (2023) analizan al robot *Eliza* como la primera muestra de formas de comunicación empáticas en la lógica de su programación. Ello se ha generalizado y actualmente en las interacciones con la IA, sean formas en red como GPT u otros como *Sophie*, se aprecia

en sus parámetros de comunicación lenguajes empáticos, lo cual les facilita interactuar mejor con las personas.

La IA generativa se apoya en estructuras de lenguaje y funciona como una interfaz informática en red, que cubre un segmento de demandas y necesidades de apoyo (Rama, 2023). Sin embargo, también ella puede ser mediada a través de robots con formas antropomorfas como máquinas para cumplir otras demandas humanas de trabajo: estudios, placer, seguridad, etc. En este sentido, actualmente la interacción de los hombres con la IA asume múltiples formas con muy diversos tipos de interfaces: fijos, más o menos móviles, antropomorfas, incluso zoomorfas, como los robots animales. Así, la relación hombre-máquina en el entorno del uso de la IA, se expresa en forma indirecta a través de un computador y conectada a la red, un cajero automático conectado a un banco, o una televisión conectada a Netflix o a través de un robot con formas antropomorfas para determinadas actividades que se considere sean necesarias.

Actualmente, la IA, tal como se aprecia en GPT, Claude, Bard o Copilot, se soporta más eficiente a través de una interfaz en red no móvil, aunque ya ha ingresado a los celulares y en un futuro, al generalizarse la comunicación 5G, será totalmente móvil como internet de las cosas. La IA es más

eficiente en actividades intelectuales de cálculo, análisis, diseño u otras de pensamiento abstracto o de información, donde el robot tradicional mecánico-digital no es más eficiente ni eficaz por las complejidades de desarrollar los movimientos en robots mecánicos. Actualmente, más allá del viejo paradigma de una sustitución de los trabajos manuales, la situación es a la inversa, estamos frente a una sustitución y complementación de los trabajos intelectuales. Es decir la articulación IA y robots, o sea formas híbridas digitales y mecánicas, carecen de la ductilidad y flexibilidad necesaria por el bajo desarrollo de la robótica o mecatrónica.

Sin embargo, es de suponer que la IA y la robótica pronto alcanzarán niveles de interacción simbióticas, que les permitirán realizar mejor las tareas físicas-humanas. Ello mejora al estar la IA entrenando sus movimientos con humanos. Igualmente faltan mejores niveles de conexiones entre lo digital y lo mecánico o biológico, conectividad superior, potentes redes de 5G de banda ancha y más rápidos procesadores. Cuando ello se alcance, la disrupción de la IA será mayor en el mundo laboral y educativo, y tendremos robots inteligentes planteando desafíos reales para asumir algunas de las tareas de los empleos docentes.

Una nueva etapa educativa con robots e inteligencia artificial

El tradicional concepto del robot mecánico ha tenido un cambio significativo en las últimas décadas derivado de la disrupción digital, con un nuevo modelo diferenciado de robot, con diversidad de componentes mecánicos, analógicos y digitales. En esta nueva articulación, los componentes mecánicos se reducen, al tiempo que aumentan los analógicos, especialmente los digitales. Es el nuevo mundo de la mecatrónica como disciplina que integra la mecánica, la electrónica, la informática y el diseño para proyectar, desarrollar y fabricar sistemas mecánicos inteligentes.

Como referimos una de las expresiones de los robots es su funcionamiento en red como una interfaz manejado por una persona a través de una conexión inalámbrica, que responde a instrucciones transmitidas por internet o radiofrecuencia. En otra de sus expresiones, el robot realiza algunas actividades programadas por un software especial. Pero el desarrollo creciente del robot es como máquina-herramienta con su centro de control y funcionamiento conectado al ecosistema de la inteligencia artificial. El robot funciona relativamente de manera autónoma, pero está conectado a la IA que controla la realización de sus movimientos e interacciones. El carácter autónomo está dado por ser un sistema que aprende, enseña y se comunica, a partir de una base de datos y múltiples parámetros. Este constituye el nuevo tipo de robots con prestaciones crecientes en el trabajo y en la enseñanza directa, incluso asociado a formas antropomorfas para facilitar su aceptación. En este rol, los robots educativos pueden ser una herramienta eficaz para la educación virtual, ya que permite aprender de forma autónoma y al propio ritmo de los estudiantes. Los robots educativos pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de las personas, ya que ofrecen múltiples respuestas con más información, sin los riesgos de los sesgos de una sola mirada de las personas que pueden tener preferencias o prejuicios. Incluso pueden ayudar a superar las barreras de la educación virtual, como

la falta de equipamiento a alguna instalación educativa o la falta de interacción de los sistemas asincrónicos o sincrónicos de educación digital.

En este sentido, los robots educativos pueden ser clasificados en dos modalidades. Unos, de tipo *totem* que necesitan la intervención del usuario para funcionar, quien debe programar sus movimientos y acciones, incluso se debe guiar desde lejos por internet u otro sistema. En este caso, el robot, más allá de su grado de movilidad, es una interfaz entre los docentes o las instituciones y los estudiantes. Otro caso refiere a robots relativamente o totalmente autónomos, que funcionan en forma independiente gracias a sensores, algoritmos y motores. Se apoyan en IA y en redes, por medio de las cuales amplían la ejecución de tareas y las interacciones sociales, además de su capacidad de aprender en tiempo real. Con la IA pueden realizar actividades de forma autónoma, en consecuencia, aprender de las interacciones en esos trabajos, esto planteará con el tiempo cumplir algunos niveles de tareas de apoyo docentes. En este caso se conforma como una interfaz que brinda un servicio de intermediación en la cadena de trabajo de la educación, sea presencial o virtual. No estamos solo frente a un ingreso de un software de IA que contribuiría en los trabajos fuera del aula (preparar cursos, ayudar a redactar trabajos, sintetizar textos, contrastar argumentos o investigar, etc.), sino en el potencial ingreso de un robot híbrido (mecánico-analógico-digital) conectado a la IA e interactuando como máquina de enseñanza y guía del autoaprendizaje directamente con los estudiantes.

Las limitaciones técnicas de los robots frente a los humanos

Los robots se concibieron en forma mecánica, pero se han vuelto viables con los entornos digitales, gracias a su software interno para comandar sus movimientos y acciones, que cumple la función de cerebro. Con la irrupción del ciclo de la IA se amplía este paradigma de los robots, al ser el nuevo centro de su funcionamiento para aprender de sus movimientos e interacciones, al tiempo que se dota de capacidades analíticas, de acción y de comunicación, de esta manera, se conforma como una unidad de movimiento autónomo con sensores, cámaras y sistemas de GPS. Ello plantea como problema la articulación de componentes digitales, mecánicos y analógicos con sus diversas interfaces, lo cual presenta limitaciones frente a los sistemas humanos de componentes biológicos. En parte, por esa razón, los robots tienen movimientos toscos y simples, además de tiempos de respuesta lentos, que incluso los hace ineficientes para sustituir muchas tareas humanas delicadas o de detalle. Aunque la IA es mejor por sus componentes digitales, al articularse a estructuras mecánicas y analógicas y estructurarse como un robot híbrido, su nivel de funcionalidad comparativa es menor.

El tiempo de respuesta de los humanos en sus actividades neurológicas y motrices versus los tiempos de respuesta de los robots varía por la complejidad cognitiva y los niveles necesarios de articulación entre cerebro y cuerpo, así como por la sutileza y diversidad de sus movimientos. En algunos casos, el tiempo de respuesta de la IA como los *chatbots* actuales es de milisegundos, una vez procesada la consulta, y su ecosistema mejora constantemente respecto a la velocidad de procesamiento, acceso a bases de datos o reglas de comprensión del lenguaje y la comunicación, por lo que

su tiempo de respuesta tenderá a ser menor. Sin embargo, si nos referimos a acciones flexibles e interactivas como conversaciones complejas, fluidas y colectivas, los humanos tienen diversos grados de ventajas en tiempos y tipos de respuesta. Los robots, aún, tienen limitaciones en el procesamiento neurolingüístico de lenguaje natural, en conversaciones fluidas, complejas y flexibles, más aún si son con varios interlocutores o con cambios de contextos y temas con lenguajes coloquiales o callejeros. Los sistemas de IA generativos tienen flujos de conversación predeterminados, que dificultan manejar interrupciones o cambios rápidos de tema, asimismo, son incapaces de entender comunicaciones que incluyen lenguajes no verbales como la expresión facial o gesticular. La IA está actualmente concebida como un sistema de procesamiento secuencial y diseñado para recibir una entrada, procesarla y dar una salida, sin poder hacer varias cosas a la vez, es decir, les dificulta manejar interrupciones y cambios. Sin embargo, es también una característica o limitación humana, más allá que nuestro cerebro al mismo tiempo ordena el complejo y diverso funcionamiento del cuerpo. Esta debilidad es también de los procesadores que son secuenciales, aun cuando ya se está avanzando hacia nuevos procesadores gráficos como los de Nvidia, que trabajan separando las tareas o de enfoque cuántico como se experimenta.

Pero más allá de estas limitaciones en las capacidades de procesamiento, incluso en su software, asociadas al manejo del lenguaje o el diseño conversacional, hay un problema estructural en los robots, y en menor intensidad en los sistemas de IA, que remite al hecho de estar compuestos por los distintos estratos tecnológicos –mecánico, analógico y digital– y que por ende requieren su articulación a través de diversos tipos de interfaces. Los robots, y la IA, son una integración de componentes digitales (IA, software, etc.), mecánicos (servidores, discos duros, ventiladores, si es solo IA, además, estructura, articulaciones y motores si es robótico) y analógicos (sensores, conversores, amplificadores) por lo que requieren diversos interfaces entre ellos para poder secuenciar instrucciones y reacciones. A diferencia del funcionamiento humano, si bien tiene múltiples sistemas de procesamiento, conexión, información o movimiento, todos son biológicos. La sinapsis neuromuscular, la transmisión de señales del sistema nervioso a los músculos y otros miles de componentes es extremadamente rápida y precisa, ya que el cuerpo tiene muchos sensores y formas de realimentación automatizadas en sus redes biológicas de la información, así como, del trabajo de las células y órganos.

En contraste, los robots no tienen ese nivel de acoplamiento entre decisiones/órdenes y ejecución motora a través de un sistema único, como es el caso del sistema biológico, sino que requieren diversidad de interfaces para unificar el funcionamiento de los distintos componentes y tecnologías. Por ello tienen algunas limitaciones de movilidad y acción en comparación a los humanos, aún durante un largo tiempo, más allá de que lo mecánico les dota de más fuerza o que el procesamiento de la información digital es mejor. Sin duda se requerirá en la articulación mecánico-analógico-digital avances en los materiales, motores, sensores y, especialmente, en los interfaces entre el sistema neural-control y motor digital de la IA y los sistemas mecánicos y analógicos, pero todavía se aprecia que la red biológica

integral es más eficiente en la integración senso-motriz y en la creación de destrezas finas de acción.

¿Los robots pueden ser más eficientes para enseñar?

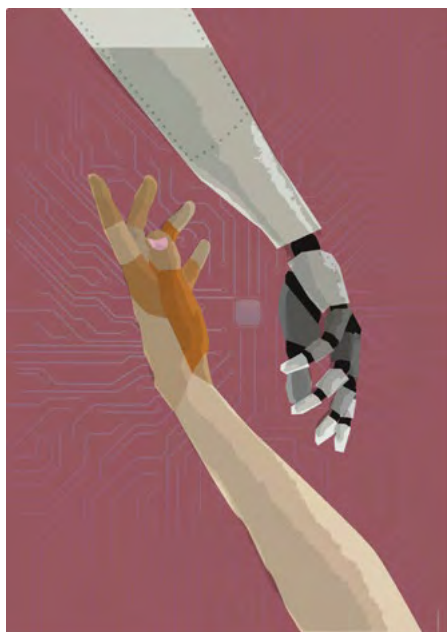
El avance en la incorporación de los robots en la educación, asociado al progreso de la inteligencia artificial, constituye una tendencia a escala global que deriva en una variada reflexión, con múltiples miradas y análisis de sus causas, características e impactos. Ello está vinculado a que esta tecnología permite superar la lógica educativa hombre-herramienta-hombre (donde la herramienta es una interfaz en tanto recurso de enseñanza) por una nueva lógica tecno-educativa dada por una relación educativa máquina-hombre, en la cual la tecnología comienza a conformarse como el actor educativo dominante. Esta nueva dinámica se expresa en la irrupción de sistemas en red con o sin robots físicos, a través de los cuales accedemos directamente a la formación. Estaríamos ante una transformación de las tradicionales interfaces o mediaciones educativas, por otra forma de acceso a la educación directamente mediada por robots. Las interfaces educativas, tradicionalmente, han cumplido la función de ser solo mediaciones en la relación hombre-hombre o docente-estudiante, en la enseñanza y el aprendizaje, y se expresaron en libros, videos u otros productos culturales de las industrias culturales, incluyendo internet. Esas mediaciones simplemente apoyaban a los docentes para contribuir a mejorar los aprendizajes, en sustitución y complemento de la transferencia de información. Con la irrupción de la inteligencia artificial, se viabiliza la creación de sistemas conectados en red y robots, que no se limitan en ser una mediación entre docentes y estudiantes en forma directa, sino que cumplen una función propiamente educativa a través de una relación hombre-máquina.

Es una transformación en la cadena de trabajo de la enseñanza y el aprendizaje, donde la IA se constituye como el factor educativo dominante. Ello cambia el funcionamiento habitual de las tradicionales industrias culturales como mediaciones, que en tanto carecen de interacción, tienen limitaciones educativas y se requiere, por ende, la función del docente al menos como tutor, mentor o apoyo. A diferencia de la inteligencia artificial, especialmente con los sistemas generativos de lenguaje, se conforman unas *industrias culturales inteligentes*, que permiten tanto la interacción tutorial con las personas, así como el suministro de contenidos y con ello cumplir la función de enseñanza. El carácter de *industrias culturales inteligentes* está dado porque, gracias a la IA, los contenidos son procesados, organizados y reestructurados en función de las necesidades específicas de las personas. Con ello se conforman no meramente como recursos de aprendizaje o de información, sino como componentes de la gestión educativa misma.

Esta nueva realidad cambia las bases de la enseñanza tradicional que separó el conocimiento explícito del conocimiento tácito. Mientras los saberes explícitos son aquellos que se pueden transferir a través de las industrias culturales de fácil acceso, el conocimiento tácito deriva de la experiencia y corresponde a las habilidades difíciles de transmitirse. Ello ha variado en alguna dimensión con los multimedia, que muestran videos muy realistas de enseñanza práctica que antes solo nos podíamos apropiar rela-

tivamente en forma presencial con asistencia tutorial. Sin embargo, estos videos no se actualizan ni permiten interacciones de preguntas y respuestas. A diferencia, la IA que tiene una capacidad superior de enseñanza respecto a las tradicionales mediaciones de las industrias culturales, ya que permite actualizar los contenidos gracias a sus interacciones con personas, realidades y bases de datos. Estas capacidades de la IA, le permiten niveles superiores de enseñanza frente a las tradicionales industrias culturales que carecen de actualización e interacción. La inteligencia artificial no solo constituye una mediación de conocimientos explícitos actualizados, sino de enorme apoyo para transferir conocimientos tácitos y prácticos. Incluso puede hacer videos de formación práctica, hasta de tres dimensiones.

Otro componente que también contribuye a una mejor función de enseñanza es la IA con forma de robot, en tanto máquina-herramienta de enseñar refiere su nivel de empatía. Algunos niegan el uso de robots en la prestación de servicios a los humanos, por su supuesto carácter impersonal, frente a las mediaciones educativas del trabajo docente, dada la importancia de la afectuosidad, empatía y atención particular humana en alcanzar resultados de los aprendizajes. Los estudios muestran mejores resultados con maestros más sensibles, atentos y dedicados. Sin embargo, este enfoque de robots impersonales se ha ido superando con la incorporación de referencias de empatía, afectuosidad e interacción de tipo humana en los parámetros de la programación de los robots y de la IA. Es claro que el robot puede ser programado para felicitar e incentivar a un estudiante por un trabajo bien hecho o cualquier otra acción. Mientras que los robots y la IA tienen parámetros para interactuar de forma empática, las personas no siempre están en capacidad de cambiar nuestro carácter o de actuar siempre empáticos. En este sentido, algunos sostienen que los robots tienen el potencial de ser más íntimos y personales que los docentes humanos, al no estar sujetos a prejuicios o sesgos, mientras que los robots con IA pueden proporcionar una experiencia de aprendizaje y carecen inatamente de apreciaciones negativas en términos raciales, de género u otras. Ello es programable, incluso se puede ajustar el comportamiento e interacción al cambio general de los valores, mientras que los humanos tienen dificultades de reaprender o cambiar sus paradigmas que puede ser más difíciles que el propio acto de aprender. Los robots, por sus características materiales, pueden ser más maleables y flexibles a las personas, por ende pertinentes a los cambios.



La IA y la heutarquia educativa como política educativa

La irrupción de los robots y de la inteligencia artificial (IA) tendrá múltiples impactos en las tareas que realizan las personas, entre ellas en las potencialidades referidas a los trabajos educativos de enseñar y aprender. La IA, como toda innovación tecnológica rupturista, también redistribuirá muchas de las tareas docentes actuales entre los hombres y las máquinas, con un incremento del uso de las nuevas TIC de IA, en tanto ellas permitirían mejorar muchas de las tareas de enseñar y de transferir información, con ello lograr más eficacia en el aprendizaje.

Históricamente todas las grandes innovaciones en las TIC como la escritura, la imprenta, las ondas radioeléctricas o las computadoras han complementado, ampliado, mejorado y sustituido la tarea humana docente de enseñar, asimismo, han contribuido a reconfigurar la división del trabajo de enseñar, especialmente la división de las tareas entre las máquinas y tecnologías y las personas. Si antes adquiríamos la educación exclusivamente gracias al trabajo docente basado en su lengua, luego se ha dado por una combinatoria entre ese trabajo docente directo y el trabajo indirecto y previo, asociado a los recursos de aprendizaje y las tecnologías mecánicas, analógicas o digitales de comunicación e información, las cuales son resultado de trabajos muertos o pasados, de conocimientos y actividades intelectuales y de actividades humanas previas por ejemplo hacer un libro, un video, un Power Point o un software.

Como resultado de la evolución de las TIC, además del aporte docente directo, aprendemos y adquirimos competencias y conocimientos por la contribución de estas tecnologías. Ellas son la base de tecnoeducación, pero aparte de complementar y apoyar, las TIC han contribuido históricamente a reducir o sustituir el trabajo docente externo de la enseñanza y favorecer el autoaprendizaje. Han alimentado una tendencia enorme y creciente hacia la formación autónoma de las personas gracias a esas diversas tecnologías de comunicación e información. La IA y los robots en este sentido constituyen un nuevo avance, y un paso determinante, en el camino para alcanzar la heutarquia educativa. Esta refiere a la capacidad de una persona de desarrollar autónomamente sus capacidades, incluida la educación, sin necesidad del apoyo directo de otras personas. Este es claramente el objeto final de la educación: alcanzar a lograr la capacidad de autoaprendizaje por parte de las personas y no tener que depender siempre de otras para poder construir su capital humano. La posibilidad de adquirir una educación autónoma y libre, acorde a las capacidades, intereses y necesidades de las personas, se constituye el fin de la educación y que propende como eje dominante al aprendizaje. La enseñanza, o sea la tarea docente y de gestión, es secundaria, en tanto el objeto central está dado por aporte a la capacidad de lograr el aprendizaje, por ende su función está asociada al objetivo central. La heutarquia educativa como capacidad de autoaprender se apalanca en las tecnologías de comunicación y asume en parte la forma de tecnoeducación. Ello desde la tiza o el pizarrón en adelante. Con la tecnología de la IA se incrementa sustancialmente la capacidad de poder alcanzar el autoaprendizaje, la heutarquía o libertad educativa.

El libro fue un avance, también las ondas hertzianas, pero ambos se limitaban a ser recursos de aprendizajes complementarios o interfaces en el proceso de enseñanza, al carecer de la *interacción* que es un componente imprescindible en el aprendizaje. Lo digital creó la convergencia de imágenes, sonido y textos, formas fundamentales para acercarse relativamente a la creación de vivencias, pero sigue reconstituyendo dos dimensiones de la realidad cuando se conforma por tres. También lo digital trajo la capacidad de simular la realidad mediante ambientes virtuales, pero requiere lentes especiales y ya la holografía avanza como una mediación o interfaz más real.

La IA por su parte agrega varios avances para contribuir al aprendizaje autónomo. Lo cual no remite meramente a la existencia de *chatbots* personalizados e interactivos apoyados en softwares generativos, que permiten conversaciones tutoriales profundas o en la creación de simuladores dinámicos centrados en el autoaprendizaje sino que, además de tutoriar, permiten evaluar y mejorar las destrezas; también en la capacidad de la IA, en tanto la máquina esté conectada a bases de datos, sensores o interacciones, de adquirir no solo el conocimiento *explícito*, dado por los recursos de aprendizaje o saberes registrados en algún soporte, sino del conocimiento *tácito* a través de sus propios algoritmos, redes de conexiones y parámetros. Mientras que ella aprende, razona e investiga, su capacidad de contribuir a mejores niveles autoaprendizajes creará una nueva frontera en la educación y en la heurística en termino de estrategia y política de una enseñanza para todos. En este sentido, el robot no solo cumpliría la función de un docente, sino de un docente investigador en términos de estar actualizado y en la frontera del conocimiento. El nuevo paradigma implicará una estrategia de política educativa centrada en impulsar el autoaprendizaje y con ello una mayor libertad de las personas para realizar sus propios recorridos en el camino del aprender.

Conclusiones

El desarrollo de sistemas de conectividad más eficientes en forma inalámbrica, de mejores sistemas de software sincrónicos de comunicación, la propia aparición de la IA, así como de nuevas demandas diferenciadas de formación, impulsa la irrupción de los robots en el ámbito educativo. Estos asumen muchas formas en esta etapa fermental de innovación. En ellos se han planteado dos configuraciones en las innovaciones, según se conformen como interfaces o mediaciones de docentes o si son autónomos, la sincronía se da con la inteligencia artificial exclusivamente. En este caso, los *chatbots* están en red y se conforman como máquinas-herramientas para facilitar el autoaprendizaje mediante interacciones a preguntas y respuestas como un recurso de apoyo fundamental. Son una herramienta, tanto en el aula, en una biblioteca o en la casa de las personas, de un ecosistema dado por la inteligencia artificial.

Ambos formatos como mediación sincrónica donde la enseñanza se localiza junto al alumno, pero el profesor está en forma remota, o programada, o como terminal de la IA, constituyen los esbozos de una nueva modalidad de

educación virtual. El formato es difícil de conceptualizar y clasificar, pero tiene componentes híbridos en términos mecánicos y digital, así como en términos presenciales y a distancia, lo que constituye un recurso de aprendizaje en un nivel superior como derivación de una *industria educativa inteligente*.

Nota

1. *Sophie* se presentó por primera vez en América Latina en el marco del Encuentro de Virtual Educa realizado en Guayaquil, Ecuador conjuntamente con la Universidad de Espíritu Santo (UEES).

Referencias

- Bates (2015). *La Enseñanza en la Era Digital Una guía para la enseñanza y el aprendizaje*. Disponible en: <<https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/wpcontent/uploads/sites/29/2019/10/LaEnsen%CC%83anzaenlaEraDigital_vSP.pdf>>.
- Bates y Sangra (2012). *La gestión de la tecnología en la educación superior. Estrategias para transformar la enseñanza y el aprendizaje*. Madrid: Octaedro.
- Coriat, B. (1998). *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. Madrid: Siglo XXI.
- Sigman y Bilinkis (2023). *Artificial, La nueva inteligencia y el contorno de lo humano*. Buenos Aires: Debate.
- Rama (1999). *El capital cultural en la era de la globalización digital*. Montevideo: Arca.
- Rama (2023). Nueva fase educativa digital con inteligencia artificial, en *Perfiles*, (XLV), UNAM, México.

