



CAMBIOS DE LAS DINÁMICAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CON LAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

CHANGES IN THE DYNAMICS OF SCIENTIFIC RESEARCH WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE
COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES

CLAUDIO RAMA  

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, BOGOTÁ, COLOMBIA

Fecha de recepción: 27 marzo 2024

Fecha de aceptación: 20 de mayo 2024

RESUMEN

La creciente irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) como nueva tecnología de comunicación e información plantea nuevas formas de encarar la investigación científica en relación con los procesos metodológicos, que impone una relativa “industrialización” del Método Científico. El artículo se orienta a formular una hipótesis sobre el impacto en la investigación de la IA y plantea una propuesta de periodización de la investigación con base en su articulación con las TIC, en tanto técnicas de apoyo a la investigación científica. En este objetivo, considera un cambio en el rol de la investigación con la aparición de la IA.

PALABRAS CLAVE: Investigación; Método científico; Inteligencia Artificial; Máquinas de investigación; Fábricas de investigación.

ABSTRACT

The growing irruption of Artificial Intelligence (AI) as a new communication and information technology poses new ways of approaching scientific research in relation to methodological processes, which imposes a relative "industrialization" of the Scientific Method. The article is oriented to formulate a hypothesis on the impact of AI on research and proposes a research periodization based on its articulation with ICT, as techniques to support scientific research. In this objective, it considers a change in the role of research with the emergence of AI.

KEY WORDS: Research; Scientific method; Artificial intelligence; Research machines; Research factories

1. INTRODUCCIÓN

La investigación científica ha sido impulsada por el Método Científico (MC) de Descartes a partir de la cual se ha apoyado en su desarrollo también en las tecnologías de comunicación e información tales como el libro, el computador con sus herramientas informáticas y el aumento de la capacidad de cálculo, y actualmente está siendo apalancada por la IA en tanto tecnología de comunicación e información (Descartes, 2010). Aunque

siempre el conocimiento ha sido favorecido por las TIC a través fundamentalmente del libro como transmisión de conocimiento previo, es en la fase digital con los computadores, que la investigación se expandió gracias a las herramientas informáticas y la realización automatizada de los cálculos matemáticos. En el contexto actual de la irrupción de la IA cabe considerar que se re-organización de las tareas de la investigación con una nueva división hombre-máquina centrada en la capacidad de manejar y procesar información y calculo que aporta la IA al MC.

Diversos autores han comenzado a constatar el enorme impacto de la IA en la investigación científica y la investigación, entre los cuales Lin y Chang (2023), Stefano et al. (2022) o Chen et al. (2023), observando la capacidad de cálculo de la IA y como ella permite alcanzar mejores niveles de análisis de los datos. En este sentido, es posible concebir que la IA se constituya en una máquina de investigación que abra la puerta a la creación de fábricas de investigación y que apoye la creciente expansión del incipiente sector cuaternario de la economía. El artículo analiza esos componentes en el desarrollo de la investigación y establece una propuesta de periodización en base a las rupturas creativas en las TIC.

2. EL MÉTODO CIENTÍFICO COMO METODOLOGÍA APOYADA EN TIC

Sin duda, estas tecnologías de comunicación a información han sido un factor determinante en la investigación que se apoya en conocimientos pasados. Sin la escritura y la lectura, como tecnologías de comunicación, no se hubieran gestado nuevos conocimientos ni la propia creación del método científico como instrumento para impulsar la investigación. Las TIC son un conjunto de herramientas y técnicas que permiten el acceso, la producción, el procesamiento, el tratamiento, el almacenamiento, la transmisión y la comunicación de información presentada en diferentes modalidades (ya sea, texto, sonido, imagen, entre otros), en tanto que un método, como el Método Científico, en cambio, es un conjunto de pasos o procedimientos que se deben seguir para lograr un objetivo preestablecido. Es una metodología para alcanzar un fin. En el caso del MC, el objetivo es generar o validar nuevo conocimiento. Sin embargo, para ello, el método científico utiliza creciente e intensivamente las TIC para recopilar datos e información, para sistematizar los datos, para formular incluso las hipótesis y para su verificación o negación. Este proceso se realiza más allá de que el método no es una tecnología en sí mismo. Sin embargo, en un sentido más amplio, se puede definir a las metodologías como un sistema de ordenamiento de tareas, las cuales pueden contener la realización de técnicas de manejo de datos, de comunicación y de información, y por ende una técnica que se apoya en las TIC.

El MC constituyó una enorme innovación y abrió el campo de la ciencia llevando las teorías del conocimiento – la epistemología- a un nivel superior como resultado de esa creación de una metodología de investigación y de formas asociadas de captación, ordenamiento y procesamiento de la información y los datos (Jaimes, 1998). Ella implicó como soporte y expresión práctica, la necesidad de realizar análisis y cálculos, y que por ello demanda de técnicas para el procesamiento de los datos y realización más eficiente y rápida de los cálculos. Descartes, en el siglo XVII, como fundador de la filosofía de la objetividad científica sostuvo por primera vez que solo la razón y por ello una estructura lógica apoyada en datos, podía ser el fundamento de la verdad, y en tal sentido propuso un método de

investigación para alcanzarla. Ello implicó la creación de un método para develar las estructuras lógicas de la naturaleza, y con ello al desarrollo de la ciencia para explicar sus leyes, se constituyó en la palanca central de la modernidad y de un desarrollo basado en la razón y la ciencia, y por ende en datos y teorías sustentadas en ellos y una dinámica apoyada en conocimientos sustentados y por ende científicos. (Asensi y Parra, 2002)

Así, el MC constituye un conjunto ordenado de pasos, procesos y técnicas para poder crear conocimiento, a partir de teorías, datos e hipótesis y de la verificación o negación de ellos. Es un método pero que se debe apoyar en tecnologías de información para el manejo de los datos y de la información, y que además se estructura en función de marcos interpretativos, teorías previas y nuevas presunciones o hipótesis. Ello en tanto la ciencia busca leyes generales a partir de hechos particulares que necesita contrastar y verificar. Einstein sostenía que es el intento de hacer que la diversidad caótica de las sensaciones corresponda a sistemas lógicamente unificados de pensamiento. Popper, por su parte complementaba que la ciencia más que un cuerpo de conocimiento es un sistema de hipótesis (Popper, 1991). Bunge, por su parte, definió a la ciencia como un conocimiento, racional, exacto, verificable y por consiguiente falible y por ende con base en datos duros. Por su parte para Khun, esos saberes asumen la forma de paradigmas científicos y son también relativos. En este contexto, la investigación científica es la base para acercarse a descubrir verdades a partir de asumir que existen leyes objetivas del funcionamiento del mundo y que por ende permiten explicar y prever acontecimientos, utilizando técnicas de manejo de información y datos. Estas leyes tienen, en el campo de las ciencias básicas, un soporte en la matemática y la física, y en el campo de las ciencias sociales, procedimientos muchas veces matemáticos para su verificación, pero que siempre implican TIC.

La ciencia no sólo es una explicación del presente, sino de los futuros posibles, como resultado existencia también de lagunas de información y de conocimiento. Todo ello es resultado de metodologías que requieren niveles de manejo de la información cada vez más sofisticados y precisos. Son metodologías a través de las cuales se formulan hipótesis y tesis o paradigmas de organización de conocimientos, y que siempre implican la realización de cálculos y análisis. La creación de conocimientos científicos y develar las leyes de la naturaleza, implica un grado de generalización, experimentación, contrastación y análisis, que impulsó tanto el avance de las matemáticas y la estadística, así como de otros métodos científicos de investigación, y también, de tecnologías de comunicación e información como el libro, la escritura o el cálculo. Incluso porque se apoyan en conocimientos anteriores. Así, el Método de Descartes tuvo eficacia, solo en tanto se apoyó en libros como repositorios del conocimiento como en sistemas de información para procesar las tareas de dicho Método.

3. LAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN DE LA EDUCACIÓN

La creación del MC marcó el inicio de la ciencia y de la investigación científica. En este proceso, la prehistoria de la ciencia se ha apoyado en la escritura y en las tecnologías de comunicación e información en tanto el fenómeno de la investigación es también un fenómeno educativo y un hecho comunicacional. Las teorías de comunicación, la complejidad de la codificación y decodificación de los mensajes, su articulación a las capacidades de los actores o la tendencia a la dispersión de los mensajes con creciente niveles

de entropía y las propias narrativas que impone cada medio y las propias configuraciones de los discursos constituyen componentes muy importantes en la comunicación. Sin embargo, un componente vital adicional del proceso de comunicación y de investigación refiere a los envases o plataformas sobre las cuales se distribuyen los conocimientos existentes. En tal sentido las estructuras de soporte y envase de los contenidos al exterior de nuestros cuerpos como la escritura y el libro han sido determinantes del conocimiento. Ello además por cuanto la comunicación oral tiene escasa retención y que los procesos neuronales de aprendizaje requieren tiempos superiores de apropiación cognitivos, así como la necesidad de repetición y análisis en los propios ritmos personales y de concentración. Para aprender se requieren muchas veces tiempos, velocidades y formas de abstracción de los contenidos simbólicos de la comunicación superiores. Por ello, la investigación se apoya en las tecnologías de comunicación a información para transmitir y transferir los conocimientos.

En esta línea, al mirar la evolución de las TIC y el conocimiento se puede plantear que hemos tenido tres grandes revoluciones en sus articulaciones asociado a los cambios en las tecnologías. La primera gran innovación en la comunicación y por ende también en el conocimiento fue la creación del alfabeto y la escritura, que permitió transferir y diferir la comunicación y la información entre las personas y con ello desarrollar conceptos e ideas con mayor profundidad en un envase codificado de la información. El alfabeto fue la base de las primeras formas de transmitir, enseñar y aprender. El uso de los textos religiosos fue el centro de la alfabetización y enseñanza en las escuelas coránicas, las universidades chinas milenarias en este caso como preparación para los exámenes imperiales o en los monasterios cristianos para copias los textos clásicos.

La segunda gran transformación en las tecnologías de información fue la creación de la imprenta mecánica que permitió la comunicación entre las personas más allá del tiempo y el lugar a través de los libros. Aunque ello tuvo una génesis larga con la creación de los pergaminos y su agrupamiento desde el inicio mismo de la escritura y que dio lugar a las bibliotecas, recién alcanzó un estadio superior cuando se inventó la imprenta de tipos móviles de Gutenberg. Éste invento permitió poder registrar, transportar y preservar el conocimiento en envases mecánicos y externos de las personas y producidos en serie y no como objetos únicos, y además permitió más duración. La producción en serie fue la característica de la producción industrial que en este sector nace con la imprenta y la electricidad. Gracias a ello se produjo la expansión de los sistemas educativos y el pasaje desde una enseñanza de uno a pocos, a una enseñanza de uno a muchos al poder apoyarse la enseñanza en una tecnología de comunicación e información de envase de los contenidos de escritura y con ello crearse recursos didácticos independientes del tiempo y del lugar, y permitir niveles de aprendizaje superiores. En este contexto se creó el método científico y se transfirió a las generaciones futuras en los libros. Incluso el desarrollo de la matemática y la estadística se profundizaron a través de libros y artículos de revistas.

La tercera transformación en la transmisión de información se produjo con la irrupción de la electricidad y los soportes analógicos que permitieron registrar y transportar los conocimientos a través de ondas hertzianas. La masificación de la producción de libros con la electricidad también permitió la creación de rotativas e imprentas. La electricidad permitió la creación de sistemas de codificación y de decodificación de la comunicación

inalámbrica, gracias a lo cual se alcanzaron escalas y coberturas muy superiores de transferencia de información con la radio y la televisión. Sin embargo, el desarrollo de las grandes bibliotecas y la masificación de la formación profesional no alteraron significativamente el método científico. El taylorismo y el cronómetro también colaboraron en el manejo de los datos y su sistematización.

4. LA COMPUTACIÓN Y EL CÁLCULO COMO RUPTURAS EN LA INVESTIGACIÓN

La gran transformación de las tecnologías de comunicación e información se produjo con la irrupción de la tecnología digital, que además de registrar y transportar datos e información a niveles superiores, permite preservarlos en un código de ceros y unos. Ello permitió la convergencia digital de todos los contenidos analógicos o mecánicos de imagen, sonido o movimiento, y la creación de herramientas informáticas y la computadora que impactó en el método científico. La disrupción digital en tanto “creación destructiva” abrió una nueva fase en la relación entre investigación y tecnologías de la comunicación e información y que constituyó en un jalón de primera dimensión en la reconfiguración de los procesos de creación de conocimiento.

El método científico requiere de las diversas tecnologías de información ya que su basamento es el tratamiento de la información, incluyendo la recopilación, el almacenamiento, el ordenamiento, la transmisión, el procesamiento y la presentación de la información. La creación de sistemas informáticos resultado de la disrupción digital permitió mejorar la realización de los cálculos, organizar las bases de datos y permitir un mayor nivel de eficiencia en la tarea de almacenar datos. Las herramientas informáticas de software de análisis estadístico para procesar dichos datos e incluso de software de presentación para comunicar sus resultados han potenciado la investigación dados los requisitos de contrastar y cotejar información, así como por los mecanismos digitales y en red de difusión de los resultados.

Las planillas de cálculo y de informes como Excel o Dbase han sido fundamentales para la eficacia de los métodos científicos de investigación. Ellos han constituido algunos de los elementos que han permitido la expansión del conocimiento en las últimas décadas, gracias a que el método científico requiere obligatoriamente el apoyo de TIC para manejar cantidades superiores de datos con eficiencia. Pero además de la existencia de herramientas informáticas como las bases de datos, o planillas, el gran aporte de la disrupción digital a la investigación científica ha sido su enorme capacidad de cómputo a bajos costos. La realización de operaciones matemáticas a gran escala, con alta velocidad, y bajos costos, ha sido el eje de la revolución digital. Reducir los procesos a ceros y unos, y los procesadores permitió aumentar la eficiencia en tiempo de los cálculos, así como también reducir los errores. Con ello, el método científico, se tornó más preciso y confiable, con capacidad de manejar a mayor velocidad grandes operaciones con muchos datos y variables. Ello implicó una nueva articulación del Método Científico con las tecnologías de comunicación e información, esta vez de las computadoras, así como con el software, lo que ha redimensionado y expandido la investigación. El MC se expresa en un conjunto de pasos, tareas y procesos para alcanzar resultados, entre los cuales además la realización de cálculos, más allá de que las metodologías y pasos son también transformadas en instrucciones en un

sistema informático. En tal sentido, aunque el Método Científico no sea una tecnología de comunicación, estas lo integran y automatizan en sus procesos, y correlacionado con esto, la creación de conocimiento se ha expandido enormemente con el ciclo digital, apalancado por una demanda de conocimientos como palanca del aumento de la productividad.

5. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO MÁQUINA DE INVESTIGAR

Bajo este paradigma, la Inteligencia Artificial se constituyó en otro avance de enorme dimensión con relación a los procesos de investigación. (OECD, 2023). La IA no es meramente un software, expresión de la microelectrónica y la programación informática inserto en la primera disrupción digital apoyada en el computador, sino un amplio ecosistema de herramientas, en un marco de articulación de potentes procesadores, un concepto de software abierto con personas, bases de datos, sensores e interacciones que permiten agregar nueva información y datos, junto a redes de fibra óptica de banda ancha incluyendo conexiones 5G por donde circulan datos e informaciones a alta velocidad. (Rama, 2023). Ello permite que se conforme la IA como una “máquina-herramienta” de análisis de datos, de predicción, de aprender y de enseñar, y obviamente también de informar. Es una “máquina-herramienta de investigar”, que automatiza los pasos del método científico, al realizar los cálculos necesarios, contrastar y agregar nueva información con interacciones con bases de datos articuladas en su ecosistema.

Esta forma de funcionamiento integral es una herramienta de apoyo a las personas en la realización de sus trabajos e investigaciones (Agrawall y Golfard, 2019). En tal sentido requiere ser conceptualizada como una máquina de investigación en tanto pone en movimiento herramientas de análisis. La IA no sería un software de análisis, sino una máquina-herramienta que pone en funcionamiento un ecosistema de aplicaciones y hardware, articulando un conjunto de sistemas y procesos junto a los cuales contribuye a la investigación científica creando conocimientos en forma seriada y automatizada. Ello a la vez se logra con un mayor nivel de consistencia, fiabilidad y continuidad dada por las bases de datos e interacciones que realiza. Esta función “descubridora” está en el centro mismo de su existencia y creación dada por su programación que se apoya en los pasos del método científico de investigación y gracias al cual desarrolla sus tareas con miles de parámetros estructurados de control o verificación, que caracterizan también a la investigación tradicional.

Si bien existen diversos métodos científicos, todos ellos son agrupables en fases comunes de formulación de hipótesis, testeo contra datos, formulación de hipótesis, generación de interpretaciones o marcos pertinentes y procesos de verificación ampliada a partir de datos. Así, tanto los modelos de investigación tradicionales como los que se apoyan en la Inteligencia Artificial se basan en pasos similares de formulación de hipótesis y a partir de allí formulación de preguntas en base a una metodología científica a partir de la cual realizan diversos pasos tales como análisis de muestras, población o base de datos sobre las cuales se contrasta, un conjunto de criterios, variables y parámetros sobre los cuales se realizan los análisis y finalmente la formulación de conclusiones o resultados. Igualmente, también ambas implican un nivel de error o riesgo en sus análisis y conclusiones asociadas a

los criterios o parámetros que los guían dados por sus procedimientos, datos o sus paradigmas teóricos.

Ambos procesos también incluyen múltiples intentos de refutación a través de diversos mecanismos de prueba y ensayo, para eliminar errores o la comprobación, o no, de las hipótesis presentadas. Todos estos pasos y procesos se constituyen en el basamento de los sistemas de la Inteligencia Artificial desde su propia génesis en los años 50, así como de la necesidad de la existencia de bases de datos o interacciones que le permitan contrastar contra los datos, las diversas hipótesis formuladas (Srnick, 2021). Indudablemente la investigación tiene profundas diferencias según el campo científico objeto de estudio, y la posibilidad de experimentar o repetir el experimento no siempre es posible en muchos fenómenos, ni mucho menos en los campos sociales donde el carácter de los resultados no será siempre el mismo como en las ciencias exactas. El Método Científico se ha constituido en el centro del desarrollo de nuestras sociedades y de la búsqueda de respuestas y soluciones. Más allá de que muchos de sus primeros componentes fueron formulados por Descartes hace varios siglos, muchos se mantienen más allá de múltiples enfoques epistemológicos adicionales.

Con la incorporación de procesos de automatización con la IA aumenta la calidad y cantidad de las investigaciones. Por su capacidad de cálculo y procesamiento, y la existencia y dimensión de las bases de datos que la alimentan la mayor parte de las veces solas, con sensores o con interacciones, la IA implica un cambio radical en la investigación científica. La investigación ha tenido múltiples transformaciones. Destaca su nuevo rol en el desarrollo a través de la innovación, la formulación del modelo de la triple hélice centrado en la alianza entre el mercado, el Estado y la académica, el carácter colectivo y de grupos de investigación frente a lo individual o su financiamiento compartido a través de fondos concursables competitivos, capitales de riesgo o “crowdfunding” o la irrupción de los derechos de propiedad industrial, entre muchos otros. También ha tenido cambios gracias a su estructuración como una función especializada de la división social del trabajo a través de carreras de investigador separadas de la docencia, el apoyo determinante en sistemas de la evaluación externa y de resultados y su medición a través de artículos en revistas académicas indexadas y patentes o su desarrollo en redes avanzadas (Rama, 2009). En relación con su apalancamiento en las TIC, con la irrupción digital, la investigación se expandió y mejoró con el aumento y rapidez de la capacidad de cálculo y la aparición de aplicaciones informáticas de gestión. Esta evolución continuará más con la máquina-herramienta de IA.

6. ¿LA IA COMO LA FÁBRICA DE INVESTIGACIÓN?

La irrupción de la Inteligencia Artificial como máquina de investigar y con ello rearticulando y mejorando las formas de trabajo y las tareas de la investigación, pudiera estar también derivando en la irrupción de fábricas de investigación, como unidades empresariales centradas en la creación de conocimiento aplicado. La IA actúa sobre la división del trabajo al redefinir las tareas de los hombres y las máquinas en la producción de conocimiento (Daugherty y Wilson, 2018). Impacta en las formas del trabajo de la investigación donde profesionales investigadores y técnicos llevan adelante procesos de transformación de datos en conocimientos a partir de trabajar con máquinas-herramientas de IA. Serían nuevas fábricas productoras de conocimiento en la actual sociedad de la

información y cuya aparición se asemeja en la historia a la aparición de la gran industria que gracias a las máquinas permitieron la superación de la manufactura, ambas centradas en la transformación de materias primas en productos. Allí se pasó de la agrupación de artesanos independientes en talleres, a la gran industria que no sólo agrupaba artesanos, sino que al introducir máquinas herramientas mecánicas gestaron un aumento de la división del trabajo entre hombres y máquinas, y la irrupción de nuevas tareas y funciones articuladas, que diera lugar al capitalismo industrial. Cabe formular la irrupción de verdaderas fábricas de creación de conocimientos gracias a las máquinas-herramientas de IA.

El MC ha sido el mayor avance del hombre en la historia de la humanidad, en tanto estableció un procedimiento validado para crear conocimientos y superar los mitos y concepciones sin un basamento científico. Este Método dio sustento e impulso al mundo de la “razón” y permitió un salto en la humanidad gracias al conocimiento científico y poner a la ciencia como motor del mundo del trabajo y con ello de un vertiginoso aumento de la productividad del trabajo (Crawford, 2022). Ahora, la Inteligencia Artificial contribuiría a automatizar y por ende generalizar e incrementar los procesos de creación de conocimiento, no a partir de un soft meramente sino de un complejo ecosistema de bases de datos, mejores procesadores, ingenieros prompt, plataformas en red y tecnologías inalámbricas de 5G entre otros componentes y con ello permitir conformar fábricas y conglomerados de gestación de conocimiento para su aplicación productiva como valor agregado.

La IA constituye una tecnología de comunicación a información que articula y automatiza parte de las tareas de la investigación. Lleva el “Método Científico” en tanto conjunto de pasos metodológicos a una dimensión superior gracias a su elevada capacidad de procesamiento de datos masivos, así como por la realización de los procedimientos requeridos en forma automatizada. Si la revolución digital trajo el cálculo automatizado a la investigación, la IA traerá entre otros elementos el contraste automatizado de la información, el análisis de los datos e incluso la redacción de los resultados o la sustentación de los aportes. Ello contribuiría decididamente al desarrollo del incipiente sector cuaternario, como ámbito de la economía dedicado a la generación, gestión, aplicación y comercialización del conocimiento.

Con la conformación de posibles fábricas de creación de conocimiento, podemos estar frente a las puertas de un enorme salto cuantitativo y cualitativo en la “creación destructiva” derivada del conocimiento aplicado. Ello contribuye a impulsar más la creciente dinámica económica que se alimenta de información y conocimientos para aumentar la producción y el valor agregado. La formulación del Método Científico fue la puerta al inicio de la primera fase al imponer el mundo de la razón y que dio lugar al renacimiento y la expansión de los conocimientos. Posteriormente en la segunda mitad del siglo XX, la irrupción del cálculo y el procesamiento masivo de datos con la disrupción digital y las computadoras, permitieron iniciar una segunda fase que aceleró la creación de conocimientos. Ahora con la aparición de las “máquinas-herramientas” de la Inteligencia Artificial estaríamos entrando en una nueva etapa en el desarrollo de la ciencia con un avance en la automatización del trabajo científico. ¿Sería ello el inicio de la conformación de grandes emporios empresariales creadores de propiedad intelectual y lugares de enormes beneficios de los ingresos extraordinarios que implica el conocimiento?

7. CONCLUSIONES: UN NUEVO SECTOR ECONÓMICO CUATERNARIO

Con el avance hacia la sociedad del conocimiento que implica la IA, se contribuye al desarrollo del nuevo sector de la economía que se centra en actividades de investigación y desarrollo y se ha llamado sector cuaternario. Este sector en lento crecimiento implica que además de los factores de producción, como tierra, trabajo y capital, finalmente se consolide el conocimiento como factor de producción diferenciado como se preveía por Solow. Este sector se está desarrollando a partir de la investigación y el desarrollo que al interior de los sectores primario (agropecuario), secundario (industrial) y terciario (servicios) están permitiendo amplias reconfiguraciones gracias a la IA. Ello por cuanto esta TIC expande la investigación y el desarrollo a través de la automatización de parte de las tareas de investigación. Se aceleran los procesos y se aumentan las escalas, y con ello se incrementa el volumen de conocimientos creados. La IA al poder analizar grandes cantidades de datos, identifica patrones, tendencias y verifica hipótesis que sin estos sistemas sería difícil en corto tiempo y muy costoso.

Este sector cuaternario no corresponde sólo a un área de actividades de creación de valor a partir del uso del conocimiento al interior de las empresas, sino de procesos mismos de creación de conocimientos aplicados. Los laboratorios, la creación de bases de datos, de patentes, la venta de conocimiento, son componentes de este sector gracias al uso de la Inteligencia Artificial. Incluso se pudiera incluir en este sector a los doctorados y sin duda a los posdoctorados. Son sectores que se potencian, tanto con la inteligencia generativa, como con todas las otras que están irrumpiendo como la IA conversacional, de aprendizaje automático, de procesamiento de imágenes, de análisis diferencial, etc., todas las cuales permiten a las máquinas entender y generar respuestas automáticas y en un lenguaje humano, aportando desde reconocimiento de imágenes, traducción automática, diagnóstico médico y muchos otros trabajos que se apoyen en análisis de datos en cualquier formato digital.

REFERENCIAS

- Agrawall, A., Gans, J. y Golfard, A. (2019). *Máquinas predictivas*. Reverté.
- Asensi Artiga, Vivina; Parra Pujante, Antonio (2002). El método científico y la nueva filosofía de la ciencia *Anales de Documentación*, núm. 5, pp. 9-19 Universidad de Murcia
- Chen, X., Xie, H., Li, Z., Cheng, G., Leng, M. y Wang, F.L. (2023). Information fusion and artificial intelligence for smartd healthcare: a bibliometrix study. *Information Processing & Management*. 60(1), <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.103113>
- Daugherty, P. y Wilson, J. (2018). *Human + Machine. Reimagining work in the Age of IA*. Harvard Business Review Press.
- Descartes, R. (2010). *El Discurso del método*. JG, Quito
- Jaimes, R. (1998). *Origen y destino del conocimiento científico*. Tropikos.
- Lin, K.-Y. y Chang, K.-H. (2023). Artificial Intelligence and Information Processing: A Systematic Literature Review. *MDPI. Mathematics*, 11(11), <https://doi.org/10.3390/math11112420>

- OECD (2023), *Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research*, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a8d820bd-en>.
- Popper, K. (1991). *Conjeturas y refutaciones El desarrollo del conocimiento científico*. Paidós
- Rama, C. (2009). La tendencia a la propietarización del conocimiento. *Revista Sudamericana de Educación, Universidad y Sociedad*. 1. 54-72.
- Rama, C. (2023). Disrupción digital, Universidad 4.0 e Inteligencia Artificial. *Cuaderno de UDUAL* 24, https://udualc.org/wp-content/uploads/2023/12/Cuaderno-24_Disrupcion-digital.pdf
- Srnick, N. (2021). *Capitalismo de plataformas*. Caja Negra.
- Stefano B.; Müller, M y Pelletier, P. (2022). Artificial intelligence in science: An emerging general method of invention. *Research Policy*. 51(10). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104604>
- Tascon, M. y Coullaut, A. (2016). *Bid data y el Internet de las cosas*. Catarata.

Claudio Rama. Economista, Máster en Educación; Doctor en Educación; Doctor en Derecho y cuatro Posdoctorados. Investigador de la Universidad de la Empresa (UDE) (Uruguay). Consejero de la Red de Universidades ILUMNO. Sistema Nacional de Investigación (SIN, Nivel 2, Visiting Professor, Pontificia Universidad Católica do Paraná (PUCP).



Todos los contenidos de esta revista se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución “**Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**”. Puede consultar desde aquí la [versión informativa](#) y el [texto legal](#) de la licencia. Esta circunstancia ha de hacerse constar expresamente de esta forma cuando sea necesario.