

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en los dominios científico y social

The irruption of Artificial Intelligence (AI) into the scientific and social domains

JUAN CARLOS SANCHO GARCÍA

Departamento de Química-Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Carr. De San Vicente del Raspeig s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante.

jc.sancho@ua.es

<https://orcid.org/0000-0003-3867-1697>

ADRIÁN IVORRA ALEMAÑY

Departamento de Sociología I, Facultad de Ciencias Económica y Empresariales, Universidad de Alicante, Carr. De San Vicente del Raspeig s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante.

adrian.ivorra@ua.es

<https://orcid.org/0000-0002-6324-3099>

Recibido/Received: 18/08/2023. Aceptado/Accepted: 17/06/2024.

Cómo citar/How to cite: Sancho García, Juan Carlos y Ivorra Alemañy, Adrián (2024). La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en los dominios científico y social. *Sociología y Tecnociencia*, 14 (2), 113-136. DOI: <https://doi.org/10.24197/st.2.2024.113-136>

Artículo de acceso abierto distribuido bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](#). / Open access article under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC-BY 4.0\)](#).

Resumen: El desarrollo y uso de la inteligencia artificial (IA) ha crecido exponencialmente en los últimos años, formando parte de numerosos campos relevantes y diversos, y por tanto irrumpiendo en la sociedad y en los comportamientos colectivos de su ciudadanía. Sin embargo, su importante papel no parece aún ser del todo apreciado por las personas, incluso siendo en ocasiones malinterpretado o infravalorado. Por consiguiente, revisamos en este trabajo el origen y la definición de IA, algunos de sus más destacados ejemplos actuales de aplicación, su impacto ambiental, así como arrojamamos algunas sugerencias para preguntas futuras en encuestas sociológicas más detalladas sobre IA.

Palabras clave: inteligencia Artificial; sociedad digital; huella de carbono.

Abstract: The development and use of the artificial intelligence (AI) has exponentially grown in last years, populating many relevant and diverse fields, and consequently entering into the society

and the collective behaviour of its citizenship. However, its key role seems to be still not fully appreciated by the individuals, even being sometimes misinterpreted or underrated. Hence, we review in this work the origin and definition of AI, some of its currently most prominent examples of field of applications, its environmental impact, as well as drop some suggestions for future questions in further and detailed social pools about AI.

Keywords: Artificial Intelligence; digital society; carbon footprint.

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN.

La inteligencia artificial (IA) constituye, sin duda alguna, una herramienta sumamente actual surgida del desarrollo tecnológico y de la investigación fundamental que puede redundar, siempre regulada y bajo las consideraciones éticas y morales propias de una avanzada y democrática sociedad del bienestar, en incontables beneficios para la humanidad. Entre ellos, podría ayudar a resolver problemas complejos en ámbitos como la salud y medicina, la educación, la ingeniería e industria, la economía y los mercados, el transporte y la logística, la ciberseguridad, el medio ambiente, etc. Pero, ¿cómo se define y por qué surge la IA? La principal característica de la IA es su capacidad para emular o realizar tareas exclusivas o que pudieran parecer propias hasta ahora de la inteligencia humana, como aquellas basadas en el lenguaje y su procesamiento, el reconocimiento facial, la predicción de comportamientos humanos, la anticipación de sucesos, la interacción social, etc.

Antes de nada, quisiéramos advertir que la IA es un concepto sumamente amplio, y que engloba conceptos o aplicaciones previas, con un mecanismo de funcionamiento mucho mas complejo del que uno pudiera imaginar en un primer momento, y que se suele clasificar según el tipo de aplicación que se hace de la misma. La IA convencional se basa en analizar y clasificar datos de todo tipo, creando patrones entre los mismos y, por tanto, emergiendo información relevante a partir de un gran conjunto de datos inicialmente desfigurados o desvinculados a simple vista. Por otra parte, la IA generativa es la que ha supuesto la verdadera revolución, o por lo menos su llegada y conocimiento por el gran público, al ser capaz de generar en segundos contenido original a partir del ya existente, sea en forma de texto, código informático, imágenes y audio, etc.

En un segundo nivel de detalle, existen diferentes técnicas para entrenar y programar una IA, como puede ser la técnica del “machine learning”, es decir, el uso de modelos matemáticos de agrupación de datos para que la IA sea capaz de reconocer patrones,

aprender de ello y predecir cualquier tarea automatizada, etc. o de las “neural networks”, o redes neuronales, que conectan unidades básicas de información entre sí imitando al funcionamiento de las neuronas cerebrales. Dentro de estas técnicas se encuentran a su vez los algoritmos de entrenamiento (por ejemplo el descenso del gradiente, el algoritmo de retropropagación o el aprendizaje por refuerzo) que ponderan o modulan como esas unidades básicas se conectan y vinculan la información entre sí.

El impacto de la IA, o en general la creación y gestión de datos, sobre la economía o el tejido tecnológico-industrial no puede pasar desapercibido, ni a nivel global ni mucho menos a nivel local. Tomando a modo de ejemplo la provincia de Alicante, que por población ocupa el 4o puesto o por PIB (nominal) el 5o puesto de España, el impulso de este sector en la provincia se debe a la concentración de talento que existe¹. Según datos recientes dados a conocer por AlicanTEC², este sector genera 475 millones de euros, según la Generalitat Valenciana, que también señala la existencia de, al menos, 228 empresas dedicadas a la IA en la provincia. De hecho, la importancia de atraer, concentrar, unir e impulsar la concentración de talento es un fenómeno cada vez más importante en el mundo digital. La propia asociación AlicanTEC (Asociación para la Promoción y el Impulso de la Tecnología y la Sociedad del Conocimiento de Alicante) tiene como misión “promover el Mediterráneo sur de España como área de desarrollo tecnológico, mediante su puesta en valor para startups y empresas tecnológicas internacionales, explotando uno de los hábitats de mayor calidad de vida en todo el mundo”.

No obstante, no se puede negar que también existen voces críticas sobre los posibles (o potenciales) peligros de la IA, que suelen emerger de cierta visión pesimista donde se sustituye parcial o totalmente cualquier actividad humana por la IA, empezando por una pérdida o deterioro de empleos principalmente manuales o de baja cualificación, un aumento de la desinformación o de la información manipulada, una polarización aún mayor de la sociedad y la política, posibles accidentes derivados de errores o malos usos que se juzgarían con mayor vehemencia que los propios errores humanos, etc. Como suele ocurrir en cualquier avance tecnológico incipiente o disruptivo, los beneficios suelen compensar a medio y largo plazo los riesgos dentro de un marco internacional colaborativo público-privado, estableciéndose los límites

1 <https://fundacionconexus.es/alicante-alumbra-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial-espanola/>

2 <https://alicantec.com/>

éticos y legales adecuados. Las soluciones pasan necesariamente por: (i) integrar la IA en las políticas públicas regionales, nacionales y transnacionales, contando con asesoramiento científico experto y constante, (ii) establecer marcos de gobernanza sólidos y mecanismos regulatorios de la IA por agencias nacionales e internacionales, (iii) crear agencias de seguridad y/o investigación de la IA y sus potenciales límites, documentando y denunciando cualquier *mala praxis* digital, (iv) lograr acuerdos multilaterales auspiciados por estructuras consolidadas y fiables (Unión Europea, OCDE, ONU, Foro de Davos, etc.) de la escena internacional, (v) impulsar observatorios de equidad e igualdad capaces de supervisar, advertir y corregir de sesgos o desviaciones que la IA pudiera tener en su consideración de la vertiente humana, etc.

Las instituciones públicas, ya sean de ámbito estatal o de ámbito supraestatal, también son conocedoras de las enormes potencialidades que para la sociedad presentan los avances y los desarrollos tecnológicos en Ciencia y en Tecnología. Por este motivo, desde las distintas administraciones, se deben implementar sin más dilación variadas políticas encaminadas a impulsar los beneficios de estos desarrollos tecnológicos. El marco de trabajo de la Unión Europea respecto a la IA se centra en la excelencia y en la confianza. La UE tiene entre sus propósitos el de impulsar la capacidad industrial y la investigación, amparando también principios básicos como son los derechos fundamentales y la seguridad. De hecho, la estrategia europea de IA quiere convertir a Europa en un centro de excelencia mundial para la IA, y garantizar a la vez que la IA esté centrada en el ser humano y sea fiable. Estos son los hitos más importantes desde 2022 en la UE respecto a la IA:

- Junio, 2023: posición negociadora del Parlamento Europeo sobre la Ley IA.
- Diciembre, 2022: orientación general del Consejo sobre la Ley de IA.
- Septiembre, 2022: propuesta de Directiva sobre responsabilidad por IA.
- Junio, 2022: lanzamiento del primer “sandbox” de IA en España.

En este contexto, en el presente trabajo se presentarán y analizarán una serie de aplicaciones afianzadas, a la vez que prometedoras y en constante evolución, de la IA en diferentes ámbitos de conocimiento, valorando sus beneficios y posibles riesgos, así como una prospección del conocimiento de la sociedad sobre la IA, sus antecedentes y progresión.

2. EL EJEMPLO DE CHATGPT Y OPENAI COMO CASO DE ÉXITO.

Un ejemplo de IA generativa de última generación es ChatGPT³, un sistema recientemente desarrollado (fecha de lanzamiento: 30/11/2022) por la empresa OpenAI que puede generar todo tipo de textos en varios idiomas a partir de una pregunta o sugerencia humana. Se trata realmente de un chatbot basado en un modelo de lenguaje especializado en el diálogo, cuyo éxito no solo es de tipo técnico sino que radica asimismo en su versatilidad y facilidad de uso en todo tipo de soportes (navegador web, iOS, Android, etc.) El modelo matemático subyacente está precisamente basado en redes neuronales, donde el sistema se entrena con millones de fuentes accesibles por internet aprendiendo a predecir la palabra siguiente una a una a partir del contexto. Si bien no resulta del todo infalible, su capacidad casi infinita e instantánea de rehacer cualquier texto según la conveniencia de la persona, una clara metodología de aprendizaje basada en el ensayo-error, aumenta claramente sus prestaciones.

Presentamos a continuación un texto generado con esta herramienta (version gratuita, algoritmo GPT-4.0) simplemente insertando el título del artículo en ella. Como se puede observar, sin ninguna indicación adicional, ChatGPT es capaz de generar en cuestión de segundos un texto aparentemente completo y natural, prácticamente indistinguible, o al menos bastante cercano al que podrían escribir académicos o expertos. Lógicamente, dicha capacidad es susceptible de usarse para sustituir el trabajo que debería ser realizado, por ejemplo, por cualquier estudiante de cualquier asignatura, por lo que la propia OpenAI ha desarrollado la herramienta “OpenAI Text Classifier” para poder identificar texto escritos por ella misma. Dado lo prematuro de la iniciativa, dicha clasificación no es del todo fiable al buscar el sistema patrones de escritura que correspondan con los que suele utilizar la propia ChatGPT. Sin embargo, esto constituye un notable ejemplo de autoregulación ética espontánea, sin la intervención conocida de otras entidades o administraciones públicas.

“La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en los dominios científico y social ha tenido un impacto significativo, transformando diversos aspectos de nuestra vida cotidiana y la forma en que realizamos investigaciones y procesos científicos. A continuación, se detallan algunos de los efectos más relevantes en ambos ámbitos:

³ <https://chat.openai.com/>

Impacto en el Dominio Científico

1. Aceleración de la Investigación y el Desarrollo:

- **Análisis de Datos:** La IA facilita el procesamiento de grandes volúmenes de datos, permitiendo a los científicos extraer conclusiones más rápidamente. Algoritmos avanzados de aprendizaje automático pueden identificar patrones y correlaciones que podrían pasar desapercibidos para los investigadores humanos.
- **Modelado y Simulación:** La IA permite realizar simulaciones complejas en campos como la física, la química y la biología. Estas simulaciones pueden predecir el comportamiento de sistemas complejos, desde moléculas hasta fenómenos climáticos.

2. Descubrimientos e Innovaciones:

- **Nuevos Medicamentos:** La IA está revolucionando la industria farmacéutica mediante el diseño y descubrimiento de nuevos medicamentos. Algoritmos de aprendizaje profundo analizan compuestos químicos y sus efectos potenciales, acelerando el proceso de desarrollo de fármacos.
- **Astronomía y Exploración Espacial:** Los algoritmos de IA analizan datos procedentes de telescopios y sondas espaciales para detectar exoplanetas, analizar la composición de estrellas y galaxias, y prever eventos astronómicos.

3. Automatización de Tareas Repetitivas:

- **Trabajo de Laboratorio:** Robots y sistemas de IA automatizan experimentos y tareas repetitivas en laboratorios, liberando tiempo para que los científicos se concentren en actividades más creativas y analíticas.
- **Publicación y Revisión de Literatura:** Herramientas de IA ayudan en la revisión y análisis de literatura científica, facilitando la identificación de investigaciones relevantes y la detección de plagio.

Impacto en el Dominio Social

1. Transformación del Mercado Laboral:

- **Automatización:** La IA está automatizando tareas rutinarias en múltiples sectores, desde la manufactura hasta los servicios. Esto ha llevado a un desplazamiento de ciertos tipos de empleo, aunque también ha creado nuevas oportunidades en el ámbito de la tecnología y la IA.
- **Nuevas Habilidades y Educación:** La creciente demanda de habilidades relacionadas con la IA ha impulsado cambios en la educación, promoviendo la enseñanza de programación, análisis de datos y habilidades digitales desde niveles tempranos.

2. Mejora de Servicios y Calidad de Vida:

- Salud: Sistemas de IA ayudan en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, personalizando tratamientos y mejorando la precisión diagnóstica. Además, la IA se utiliza en el monitoreo de pacientes y la gestión de hospitales.
- Transporte: Los vehículos autónomos y sistemas de gestión del tráfico basados en IA prometen reducir accidentes, mejorar la eficiencia del transporte y disminuir la congestión urbana.

3. Desafíos Éticos y Sociales:

- Privacidad y Seguridad: El uso de la IA en la vigilancia y el análisis de datos plantea importantes cuestiones sobre la privacidad y la protección de datos. Es fundamental establecer regulaciones que protejan los derechos de los ciudadanos.
- Bias y Discriminación: Los algoritmos de IA pueden perpetuar o incluso exacerbar sesgos existentes si no se diseñan y entrenan adecuadamente. Es crucial implementar prácticas de diseño ético y auditorías regulares para asegurar la equidad en los sistemas de IA.

Conclusión

La irrupción de la IA en los dominios científico y social representa una evolución significativa que ofrece innumerables oportunidades para el progreso humano. Sin embargo, también presenta desafíos que requieren una consideración ética cuidadosa y una regulación adecuada para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos. La clave estará en cómo las sociedades y las comunidades científicas manejan esta poderosa herramienta, equilibrando la innovación con la responsabilidad social.”

El objetivo de este ejemplo no es, evidentemente, poner a prueba al sistema, sino ilustrar su capacidad actual de síntesis y redacción. Este ejemplo de caso de éxito de la IA generativa no es exclusivo del chatbot ChatGPT. Si seguimos indagando, la herramienta DeepFaceLab⁴ permite modificar o sustituir cualquier rostro humano en todo tipo de vídeos, de nuevo usando redes neuronales para generar imágenes realistas a partir de otras existentes en cualquier página web. Otro llamativo ejemplo es la herramienta DALL-E2⁵ que genera imágenes a partir de una descripción, pudiendo incluir detalles como el estilo artístico o pintor de referencia al que queremos que se parezca esa imagen. Las imágenes pueden a continuación almacenarse, editarse, descargarse, integrarse en Photoshop, etc. El paso del texto a la imagen o vídeo quizás genera más reticencias y dudas sobre los límites del uso de

4 <https://github.com/iperov/DeepFaceLab>

5 <https://labs.openai.com/>

estas herramientas: ¿qué hay de realidad en cualquier imagen que acompañe una publicación en redes sociales o una noticia en medios de comunicación no convencionales?, ¿cómo se evita crear imágenes dañinas, sesgadas, manipuladas, invasivas, etc.?, ¿cómo se respetan los derechos de autor de los creadores de las imágenes originales?, ¿qué futuro le espera al gremio de artistas plásticos o visuales? De nuevo, el debate está servido y los límites ético-morales por definir (y programar) consecuentemente.

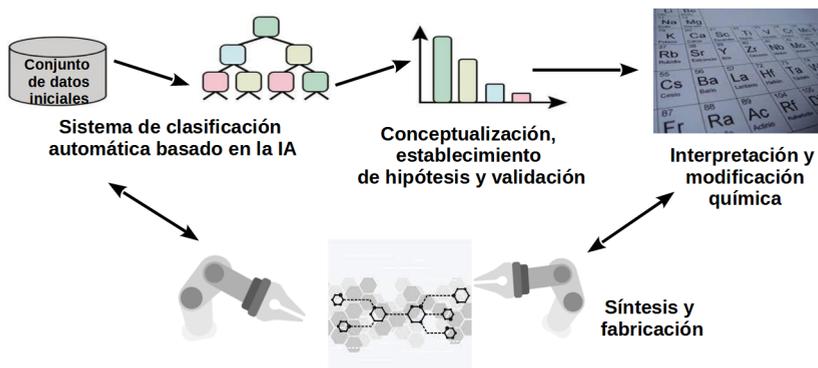
3. IA Y QUÍMICA: DESCUBRIMIENTOS MASIVOS Y RÁPIDOS DE NUEVAS MOLÉCULAS Y SUS APLICACIONES.

La Química es la Ciencia que estudia la materia y sus transformaciones, con sus innumerables posibilidades a partir de las casi infinitas combinaciones posibles de átomos que existen para formar las moléculas. A modo ilustrativo, en las células eucariotas como las que componen el tejido humano, se estima que existen 42.000.000 de proteínas diferentes en una única célula (Bo, 2018). Prácticamente, todas las funciones celulares vienen determinadas por esas proteínas, expresadas a partir del ADN, y cualquier variación en su número, composición molecular, plegamiento estructural, etc. implica cambios fisiológicos o funcionales, así como su falta o deterioro conduce lógicamente a trastornos y enfermedades. Este paso tan simple aparentemente, es decir, conocer el orden de magnitud del número de proteínas existentes, no es nada trivial, pero muy relevante ya que abre la vía a conocer los mecanismos por los cuales las células controlan la abundancia y tipo de las diferentes proteínas, pudiendo intervenir a nivel celular para allanar o corregir el origen de las enfermedades. Si nos referimos ahora al número de átomos que hay en el cuerpo humano un sencillo cálculo revela que la cifra asciende a 10^{28} , es decir, 10.000.000.000.000.000.000.000.000 átomos. Si ampliamos el cálculo a la composición del planeta, el número es ahora de 10^{50} , una dimensión realmente espectacular. Al existir en la naturaleza (de forma natural) aproximadamente 90 átomos diferentes (Carbono, Oxígeno, Hierro, etc.) podemos imaginar que las combinaciones entre ellos son casi infinitas, como mencionábamos al principio del texto; la Química siempre estará llamada a ocupar por tanto un papel preponderante para la Ciencia y Medicina con sus casi inabarcables posibilidades.

Consiguientemente, disponer de una herramienta capaz de predecir con precisión el resultado de cualquier reacción química o la función de cada proteína sería, conceptualmente hablando, algo sumamente revolucionario (Kren, 2022). Ese microscopio computacional, en el sentido que permitiría observar cualquier cambio

a nivel atómico y decidir si conservar o desechar la muestra, podría a su vez integrarse en laboratorios operados por brazos robóticos sin apenas intervención humana (Seifrid, 2022) en el diseño de nuevas moléculas, fármacos, pigmentos, polímeros, etc. Esos microscopios computacionales no son más que algoritmos operando guiados por la IA, soportados en un hardware cada vez más potente y escalable hacia la exoescala de datos (sistemas de supercomputación capaces de realizar un mínimo de 1 exaflop u operaciones de coma flotante por segundo) y realizando gran acopio de datos con técnicas de análisis estadístico modernas y avanzadas. Este tipo de avances puede llevar a descubrimientos insospechados, o incluso a nuevos modelos interpretativos, siempre que el entendimiento científico supervise el proceso, es decir, de nuevo la inteligencia humana.

Este nuevo paradigma de trabajo está impactando (Baum, 2021) la industria farmacéutica, agroalimentaria, nanomateriales y biomateriales, recubrimientos y aleaciones, plásticos y polímeros, suplementos y nutrición, cosmética y cuidado personal, química fina y catálisis, energías renovables, etc. La clave de su avance reside en la capacidad de la IA para predecir todo tipo de propiedades químicas fundamentales (solubilidad, constante de afinidad, energía de adsorción, rendimiento cuántico, conductividad, etc.) a partir de la exploración de un gran conjunto de datos con el que entrenar al algoritmo para la predicción a ciegas del comportamiento (optimizado) de nuevos compuestos. Esta dirección de trabajo asegura concentrar los esfuerzos posteriores solo en la síntesis o fabricación del conjunto de moléculas o materiales altamente prometedores, ahorrando considerables esfuerzos, minimizando el impacto ambiental del proceso químico subyacente y aumentando los posibles beneficios económicos, como se esquematiza a continuación:



Esquema del procedimiento de trabajo integrado IA - Química

4. IA Y PUBLICACIONES CIENTÍFICAS: ¿CÓMO SE ASEGURA LA CORRECTA AUTORÍA Y SE DESCARTA EL USO DE LA IA EN SU REDACCIÓN?

La correcta autoría (o, en otras palabras, el derecho a ser autor) en las publicaciones científicas es un tema también sujeto a debate últimamente si los autores han utilizado, incluso mínimamente, una herramienta de IA para escribir un borrador del manuscrito o generar alguna imagen acompañante a modo de resumen gráfico o para ilustrar los resultados (Hosseini, 2023). En general, este debate forma parte de uno mucho más amplio sobre el concepto de originalidad, obra o creación, y de cómo las leyes que protegen la propiedad intelectual, artística o industrial deben ser capaces de adaptarse rápidamente a este nuevo paradigma de trabajo creado por la IA. De hecho, la mayoría de jurisdicciones solo protegen las obras o creaciones humanas, evidentemente, pero la IA es ahora una realidad que va más allá de un mero retoque o edición, ya que implica una total creación sin que intervenga la mano o intelecto humano en el proceso creativo. Una vez hecho el encargo, como antiguamente se hacía al autor por parte de un mecenas o cliente, valga la licencia, el humano se puede desentender completamente y recibir en segundos la obra satisfecha, pudiendo rehacerse en instantes si se desea.

Las principales editoriales científicas internacionales (Springer-Nature, Elsevier, Wiley-VCH, MDPI, etc.) han adaptado rápida pero eficazmente sus indicaciones sobre si la IA puede usarse o no, o incluso si puede ser incluida o no en la lista de autores de un artículo científico (Stokel-Walker, 2023). Para empezar, baste recordar que la naturaleza y esencia del método científico se basa en características claves

como honestidad, rigor, transparencia, reproducibilidad de los resultados, etc. El uso masivo y oculto de una IA por parte de uno o varios autores desmerece todas y cada una de estas características, por lo que las políticas editoriales más restrictivas (Holden-Thorp, 2023) prohíben por defecto el uso de estas herramientas para no incurrir en una *mala praxis* científica. Pero, por otra parte, resulta francamente difícil que los editores y/o revisores de las publicaciones científicas puedan comprobar si se ha usado o no la IA, o en qué extensión, con lo que dicha prohibición es en la práctica una mera advertencia que no siempre será del todo eficaz a menos que las propias editoriales científicas desarrollan herramientas complementarias para detectarlo con ciertos márgenes de acierto y error, naturalmente. Otra actitud generalizada, quizás la que está popularizándose más, es por supuesto no incluir a la IA en la lista de autores de la publicación científica pero si señalar clara y detalladamente en que partes del texto o contenido se ha usado alguna de esas herramientas, citando la herramienta en la lista de referencias como cualquier otra fuente bibliográfica habitual. Es responsabilidad última del personal académico y científico asegurar la integridad y fiabilidad del contenido de su artículo científico, así como del texto o sus partes (co-)generado por estas herramientas, entroncando nuevamente este debate con los límites éticos y legales del uso de la IA en su vertiente más genérica.

5. IA Y SOCIOLOGÍA: UN NUEVO FENÓMENO EMERGENTE CON VARIADAS Y MÚLTIPLES IMPLICACIONES.

La Inteligencia Artificial está presente en nuestras vidas, a modo de muestra: (i) los avances tecnológicos en IA están generando constantemente mucha expectación y aparición en medios de comunicación; (ii) la Unión Europea está trabajando en la aprobación de una ley de Inteligencia Artificial pionera en el mundo, que ampare la normativa de los Estados miembros. El desarrollo de la IA, y por ende, el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología enmarca el posible éxito de la Unión Europea ante los desafíos que tiene planteados en los próximos años. Es necesario que haya una labor pedagógica sobre y hacia la IA, por parte de las diferentes administraciones tanto europeas como nacionales, para que los ciudadanos comprendan qué es la IA, qué la genera, qué efectos se derivan de la misma y que potencialidades tiene. Actualmente, esta labor pedagógica es prácticamente inexistente por parte de las distintas administraciones.

El inicio de los desarrollos de la IA lo datamos en la década de 1950, pero es ahora cuando el uso de estos desarrollos se nota más claramente. No solo están generando debates éticos, sino que la IA ya está cambiando nuestra forma de relacionarnos y de

comunicarnos, nuestra forma de percibir y de entender que está ocurriendo a nuestro alrededor. La tecnología y el desarrollo tecnológico han tenido y siguen teniendo un claro y decisivo impacto en la sociedad (Sancho-García, 2022). Alan Turing fue uno de los padres de la disciplina de la Inteligencia Artificial, que argumentaba que uno de los propósitos es construir sistemas computacionales que tengan inteligencia, tomando como referencia la inteligencia humana, pero a fecha actual hay aspectos de la Inteligencia humana que son difícilmente replicables como el pensamiento crítico, la creatividad y las emociones.

Este desarrollo tecnológico está unido al progreso que toda sociedad persigue para conseguir una situación de mejora. El verdadero progreso es conseguir que la tecnología y el desarrollo tecnológico logren estar al servicio de todas las sociedades. La Inteligencia Artificial debe ser por tanto un importante agente de cambio social. Este cambio social generado por la IA es un fenómeno complejo que condiciona las estructuras de las sociedades e incide en los valores y en las normas que regulan el comportamiento de los miembros de la sociedad, pero este cambio social no afecta de la misma manera o por igual a todas las sociedades. Dependiendo del tipo de sociedad este cambio social generado por la IA tendrá unas consecuencias u otras. El impacto que la IA tiene en la sociedad genera e impulsa, por tanto, el cambio social e incide en diversas dimensiones y niveles de la sociedad y lo constatamos diariamente cuando nos informamos, cuando nos desplazamos, cuando trabajamos, cuando nos comunicamos o cuando nos relacionamos con los demás. En este sentido, J. Rifkin (Rifkin, 1995) en uno de sus trabajos alude incluso al posible “final del trabajo” con una sociedad integrada.

Hay dos fenómenos que impulsan la IA en la sociedad contemporánea. Estos dos fenómenos son el de la globalización y el del desarrollo de la Sociedad de la Información. Si atendemos al primer fenómeno, observamos que desde finales del siglo XIX el mundo está integrado en un sistema conectado e interdependiente (Beck, 1998). Con el desarrollo de la Sociedad de la Información aparece un nuevo modelo social, que implica una profunda revolución, en el que sus actores acceden y utilizan la información, a través de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (Castells, 2006). Manuel Castells, analiza el impacto de la tecnología en los diferentes aspectos de la sociedad, el impacto de la tecnología en el conocimiento, en la educación, en el trabajo, en la comunicación, en las desigualdades, en la reestructuración económica, en el proceso urbano-regional o en la concepción social del tiempo (Castells, 2005).

En este entorno, si analizamos el impacto de la IA en el campo del hardware, del software, de las bases de datos o de las redes de telecomunicaciones y contextualizamos este estudio con el mundo de la empresa, observamos que este desarrollo de la IA ha sido y continua siendo decisivo para que las empresas sean más competitivas y logren los más altos niveles de eficiencia. Este avance tecnológico es importante por ejemplo para poder comprender el desarrollo del “e-commerce” y el “e-business” en las sociedades contemporáneas.

La IA está teniendo y seguirá teniendo un claro y decisivo impacto en la sociedad. Este impacto incide en todas sus dimensiones, sean éstas, económicas, sociales, políticas o culturales. En muchas ocasiones este impacto está unido al progreso que toda sociedad persigue para conseguir una situación de mejora. La IA ha sido, por ejemplo, un gran aliado en combatir contra la epidemia mundial causada por la Covid-19, y debe ser también un gran aliado de la medicina preventiva, y para combatir el cambio climático, la pobreza, la desigualdad y la soledad, que se está convirtiendo en una de las grandes dolencias que está aflorando en las sociedades más desarrolladas que tienen largas esperanzas de vida. En este sentido, Luis Rojas Marcos, señala lo importante que es el sentirse bien y con ilusión para mejorar nuestro bienestar en la actual etapa de crisis e incertidumbre que vivimos (Rojas, 2022).

Uno de los retos más importantes que tenemos actualmente y en los próximos años es implementar los diversos usos que tiene la IA. La IA puede y debe ser una palanca de riqueza para los estados y para las empresas, cuya riqueza generada debiera revertir en la sociedad. Nuria Oliver apunta en uno de sus trabajos que la IA tiene un potencial inmenso para generar impactos positivos en la sociedad, es conveniente no desaprovechar esta oportunidad porque la IA ayudará a vivir más, y puede ayudar a vivir mejor a todos (Oliver, 2018). No olvidemos que los desafíos globales están claramente identificados por organizaciones como “Human Rights Careers”⁶, o como “Objetivos de Desarrollo Sostenibles”⁷, lo que constituye un marco de trabajo global insuperable.

6. IA Y EDUCACIÓN: DE LA ENSEÑANZA BÁSICA A LA ESPECIALIZADA.

Otro tema que es conveniente abordar es el papel que debe tener la Inteligencia Artificial en la educación, tanto a nivel básico como especializado. La educación superior se ha hecho eco rápidamente de la demanda profesional existente, en un

6 <https://www.humanrightscareers.com/issues/current-global-issues/>

7 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

ejemplo de rápida adaptación al cambio social y al mercado de trabajo, con una oferta de estudios de Grado en IA existente ya en numerosas universidades como la Universidad Autónoma de Barcelona⁸, la Universidade Da Coruña⁹, la Universidad de Alicante¹⁰, la Universidad Complutense de Madrid¹¹, la Universidad Politécnica de Catalunya¹², la Universidad Rey Juan Carlos I¹³, la UPV/EHU¹⁴, la Universidad de Santiago de Compostela¹⁵, la Universidad Alfonso X el Sabio¹⁶, o la Universidad San Jorge¹⁷. Existen asimismo posgrados universitarios en IA en universidades públicas como Alicante¹⁸ que se suman a las primeras iniciativas privadas que surgieron a nivel nacional, como la del Instituto de Inteligencia Artificial¹⁹, la Universidad Europea²⁰, la UNIR²¹ o la Universidad Alfonso X el Sabio²².

Independientemente de la formación especializada existente, estamos convencidos que la Inteligencia Artificial debe de estar presente en las aulas en edades tempranas, y no solo en los ordenadores del aula, sino tener presencia en el temario formativo. Si cualquier texto o presentación se puede generar en cuestión de segundos por un/a estudiante, ¿qué papel corresponde al docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje? En este nuevo mundo que abre la IA, el conocimiento, la educación y las ganas de aprender van a ser una de las firmes ventajas competitivas de los pueblos (Martínez-Barea, 2014). La IA debiera estar presente como asignatura en las aulas desde ciclos básicos y no solo a nivel especializado o propio de la educación superior.

A modo ilustrativo de experiencia piloto, el centro educativo “Aire Libre – cooperativa de enseñanza” de Alicante incorporó durante el curso escolar 2022/23 la

8 <https://www.uab.cat/web/estudiar/listado-de-grados/informacion-general/inteligencia-artificial/-artificial-intelligence-1216708258897.html?param1=1345834483501>

9 <https://estudios.udc.es/es/study/start/614g03v01>

10 <https://web.ua.es/es/grados/grado-en-ingenieria-en-inteligencia-artificial/>

11 <https://informatica.ucm.es/grado-en-ingenieria-de-datos-e-inteligencia-artificial>

12 <https://www.upc.edu/es/grados/inteligencia-artificial-barcelona-fib>

13 <https://www.urjc.es/estudios/grado/7094-inteligencia-artificial>

14 <https://www.ehu.eus/es/web/graduak/grado-inteligencia-artificial>

15 <https://www.usc.gal/es/estudios/grados/ingenieria-arquitectura/grado-inteligencia-artificial>

16 <https://www.uax.com/titulaciones/grado-en-ciencia-de-datos-e-inteligencia-artificial>

17 <https://www.usj.es/estudios/grados/inteligencia-artificial>

18 <https://web.ua.es/es/masteres/inteligencia-artificial/>

19 <https://ia.es/master>

20 <https://universidadeuropea.com/master-inteligencia-artificial-madrid/>

21 <https://estudiar.unir.net/es/es-esp-ma-ing-master-inteligencia-artificial/>

22 <https://www.uax.com/titulaciones/master-inteligencia-artificial-es>

IA en su asignatura Informática (optativa 2o ESO, 16 estudiantes de 13-14 años). Las herramientas utilizadas fueron ChatGPT, descrita con anterioridad, y Tome²³, una herramienta de preparación de presentaciones. Con un total de 8h de carga lectiva, el tiempo y competencias se distribuyeron de la siguiente manera:

| Modulo (duración) | Herramienta de IA | Competencias |
|-----------------------|-------------------|--|
| Toma de contacto (1h) | ChatGPT | Apertura de cuenta individual. Lectura de advertencias y cláusulas. Experimentación inicial (preguntas basadas en sus centros de interés). Análisis de la experimentación y puesta en común. |
| Desarrollo (5h) | ChatGPT | Elección individual de tema de trabajo. Preparación y listado de preguntas a realizar a la IA. Lectura crítica y comparativa de las respuestas. Contraste de información. Experimentación para adaptar el lenguaje usado por la IA al lenguaje que usaría un estudiante de esa edad. |
| Presentación (2h) | Tome | Preparación de la presentación con el texto elegido. Secuenciación y priorización de la información. Experimentación con modelos y formatos existentes en la herramienta de IA. Puesta en común al resto del grupo. |

Como se puede observar, parece del todo viable incorporar la visión temprana, crítica y responsable sobre el uso de las herramientas de IA existentes, siempre contando con la motivación y formación adecuada del profesorado para ello además de los recursos materiales necesarios. Así, apostamos por una revitalización curricular en los planes educativos de ESO y Bachillerato, donde incluir estos objetivos, recordando además que anticiparse a los hechos aumenta la alfabetización digital y favorece que no existan brechas ni sesgos digitales en la empleabilidad posterior. La figura del docente, por otra parte, no puede vivir al margen de esta evolución, donde la creatividad y el aprovechamiento de estas herramientas debe estar supeditada a un

23 <https://tome.app/>

proceso de reflexión y de pensamiento crítico, debiendo estar ya formando parte de los planes de formación del profesorado (curriculares o extracurriculares).

Por último, señalar que la educación tiene planteados muchos desafíos de forma constante y a medida que la sociedad avanza. Entre estos desafíos está la implementación de prácticas y técnicas innovadoras que mejoren las enseñanzas y que motiven al alumnado. Estos retos se pueden conseguir con la implantación de la IA en los planes académicos. En este sentido la UNESCO ayuda a los estados miembros a que aprovechen todas las potencialidades que ofrecen las tecnologías de la IA con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en la Agenda de Educación 2030.

7. IA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA HUELLA DE CARBONO DEL MUNDO DIGITAL.

La huella de carbono es una métrica o indicador ambiental a partir de estándares internacionales²⁴ de la cantidad de gases de efecto invernadero (causantes del cambio climático) producidos por una actividad humana, sea individual o colectiva, corporativa, empresarial, puntual o duradera, etc. Esta huella se mide en masa de CO₂ emitida y su unidad de medida es el CO₂ equivalente, recogiendo en ella otros gases de efecto invernadero distintos al CO₂ como el metano (CH₄), óxido nitroso (NO), etc. A partir de una huella de carbono se puede calcular el potencial de calentamiento global que ésta dejaría y, por tanto, con este conocimiento implantar medidas de ahorro y eficiencia energética. La huella de carbono se ha clasificado en: (i) huella de carbono personal, basada en los hábitos de cada persona y su vida diaria (medios de transporte usados en su desplazamiento, consumo energético en el hogar, tipo de dieta, etc.); (ii) huella de carbono de producto, basada en el coste asociado a la manufactura y venta de cualquier producto, incluyendo desde la extracción de materias primas hasta el transporte al punto de distribución y comercialización; y (iii) huella de carbono corporativa, asociada a toda una empresa u organización.

Centrándonos en la huella de carbono personal, por ejemplo, su reducción se basa tradicionalmente en el consumo responsable, ya sea de alimentos de temporada y proximidad, utilización de energías renovables y electrodomésticos de alta eficiencia energética, movilidad y medios de transporte sostenibles, etc. Si se pretende reducir la huella de carbono de una empresa, las medidas se enfocan a la eficiencia energética

24 <https://ghgprotocol.org/>

de equipos y su mantenimiento correcto, la utilización de fuentes de energías renovables, optimizar y modernizar la cadena de suministro y reparto, implantar medidas de reciclaje y economía circular, etc. El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha desarrollado una serie de herramientas²⁵ para poder calcular la huella de carbono de ayuntamientos, explotaciones agrícolas, organizaciones, etc. o incluso para su registro y compensación por absorción²⁶, es decir, proyectos forestales disponibles y monitorizados para poder compensar la huella de carbono generado.

El uso masivo, indiscriminado y universal de internet ha cambiado, y seguirá haciéndolo, las reglas del juego. Hasta hace poco, la huella de carbono que procedía de la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se omitía o consideraba que no suponía un quebradero de cabeza para el cambio climático. Sin embargo, según Google, cada búsqueda de información libera 0,2 g de CO₂, que a nivel individual puede parecer insignificante frente a los 100-250 g/km de CO₂ que genera un desplazamiento en vehículo de combustión, pero hay que recordar que se utiliza a diario el buscador en numerosas ocasiones y por varios miles de millones de personas (5.160 millones, datos de 2023, que representan el 64% de la población mundial²⁷). Además, cada WhatsApp emite también 0,2 g de CO₂, cada e-mail que se envía deja una huella de 4 g de CO₂, que asciende hasta los 19 g de CO₂ si se adjunta un archivo de 1MB. Escalando en la huella de carbono, tenemos los servicios de streaming, videollamadas, etc., o el uso de las redes sociales, por lo que, en definitiva, la transmisión de datos por internet genera una gran contaminación, entre 25.000 y 35.000 toneladas de CO₂ al día. De hecho, actualmente, el uso de internet se estima que representa entre el 1,8 y el 3,9% de las emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo esta oleada de uso incrementarse hasta el 5% del total y ser ya superior a la huella de carbono de la aviación comercial, una de las industrias del transporte, junto al transporte marítimo, más contaminantes y señaladas que existen.

Si bien no se puede negar el avance que ha supuesto la transformación al mundo digital, el ciudadano, empresa u organización no parece ser del todo consciente de la huella de carbono que genera su actividad digital. Esta actividad se basa en grandes centros de datos o hubs de ordenadores en los que se procesa y almacena p.e. ese e-

25 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html>

26 <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/registro-huella.html>

27 <https://marketing4ecommerce.net/usuarios-de-internet-mundo/>

mail enviado o esa web consultada, operando y disponibles las 24 horas del día. El consumo energético de estos centros, que con la parte física e invisible de ese mundo digital, así como el de sus grandes sistemas de refrigeración, es lo que genera realmente esa huella de carbono. En 2025 los centros de datos podrían representar el 20% del consumo de energía del mundo y, si internet fuera un país, sería el 6o más contaminante del mundo. Ante este panorama, existen recomendaciones de uso y consumo responsable de internet tanto para internautas como para empresas, e iniciativas de las grandes empresas del sector (Google, Meta, Microsoft o Amazon) para reducir su impacto ambiental.

Lógicamente, la IA forma parte de esa huella de carbono dentro del consumo digital mundial. Para empezar, la IA es una herramienta tan nueva que no responde por otra parte a los estándares internacionales de mediciones, debiendo en primer lugar desarrollarse criterios y técnicas específicas para poder medir su impacto (Kaack, 2022) atendiendo a sus particularidades. De entrada, entrenar las IA generativas ha supuesto y supone un esfuerzo considerable, antes de su lanzamiento, y cuanto más antiguo haya sido el hardware (p.e. tarjetas gráficas) utilizado para ello más emisiones se habrán producido. Su uso posterior estriba en el acceso y consulta de multitud de fuentes, aumentándose la huella de carbono progresivamente a medida que se se despliegue y generalice.

No obstante, la IA también puede contribuir a reducir la huella de carbono del mundo digital, diseñándose algoritmos “verdes” o más eficientes, recordemos que la forma en que se diseña un algoritmo implica que, al ejecutarse, los centros de datos consumen más o menos energía, o utilizándola para optimizar decisiones y procesos basándose en la mitigación del cambio climático (Chen, 2023). Entre estos últimos, es interesante citar la generación predicha de energía a partir de la demanda estimada, reduciéndose el desecho de energía, la optimización de rutas de transporte y distribución de pasajeros y/o mercancías, el impacto en la agricultura de precisión para el uso de recursos hídricos, la previsión de los efectos de la deforestación y el cambio climático, la mejora de los modelos predictivos meteorológicos, la arquitectura sostenible e individualizada en función de la localización, la reducción de pruebas médicas diagnósticas y su consumo asociado de energía y residuos, etc. Nótese que incluso se empieza a acuñar el término “IA sostenible” (Falk, 2023) para poder establecer cierta clasificación entre las herramientas existentes. Por consiguiente, el impacto ambiental de la IA ni se puede negar ni se puede evitar, pero sí que se puede educar a internautas sobre el uso responsable de los recursos digitales,

crear planes de diseño e implantación de algoritmos “verdes”, facilitar o subvencionar el acceso a centros de datos que se alimenten casi totalmente de energías renovables, etc.

8. ESTUDIO 3406 DEL CIS Y SU RELACIÓN CON EL CONTEXTO ACTUAL: PROPUESTAS DE FUTURAS PREGUNTAS A REALIZAR SOBRE IA.

Para implementar las políticas públicas adecuadas, es conveniente conocer de antemano la opinión de la sociedad, por lo que analizamos a continuación como punto de partida el estudio número 3406 realizado por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), en mayo de 2023, sobre la percepción de la Ciencia y la Tecnología que tiene la sociedad española. Sus variables sociodemográficas, políticas, socioeconómicas y culturales pueden consultarse directamente de la fuente. Nótese que existen otras encuestas a nivel nacional sobre la percepción social de la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2023) pero consideramos que la importancia actual y creciente de la IA justifica plenamente su incorporación y trato por el CIS dentro de su marco de trabajo. Para empezar, el 68,9% de los españoles está “muy interesado” y “bastante interesado” por la Ciencia y la Tecnología. Los datos confirman que la gran mayoría de la población en España tiene interés por estas áreas de conocimiento.

Cuadro 1: Interés (%) por la Ciencia y la Tecnología

| | |
|-----------------------|------|
| Muy interesado/a | 27,4 |
| Bastante interesado/a | 41,5 |
| Algo interesado/a | 13,8 |
| Poco interesado/a | 13,2 |
| Nada interesado/a | 3,1 |
| N.S. | 0,6 |
| N.C. | 0,4 |

En el citado estudio también se constata que lo que más interesa a los/as encuestados/as son los temas relacionados con las energías no contaminantes: un 79,5% asegura que está “muy interesado” o “bastante interesado” por este tema, seguido por el 55,4% de la población al que le genera mucho interés la biotecnología.

Cuadro 2: Interés (%) por los avances científicos

| | Muy interesado/a | Bastante interesado/a | Algo interesado/a | Poco interesado/a | Nada interesado/a | N.S | N.C |
|-------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-----|
| La robótica | 21,6 | 30,6 | 19,3 | 17,8 | 9,1 | 1,2 | 0,3 |
| La ingeniería genética | 19,8 | 31 | 19,6 | 19,1 | 8,5 | 1,8 | 0,1 |
| La exploración del espacio | 18 | 26,2 | 20,4 | 22,4 | 12,4 | 0,7 | 0 |
| La biotecnología | 22,5 | 32,9 | 18,9 | 16,3 | 6 | 3,3 | 0,2 |
| Las energías no contaminantes | 41,1 | 38,4 | 11,4 | 6 | 2,6 | 0,4 | 0,1 |
| La fecundación in vitro | 12,6 | 24,4 | 20,1 | 25,6 | 16 | 1 | 0,4 |
| La energía nuclear | 16,3 | 27,8 | 16,9 | 24,1 | 13,6 | 1 | 0,2 |

El 85,2% de la población española señala que la Ciencia y la Tecnología aportará en los próximos 20 años “muchos beneficios” o “bastantes beneficios”. Este dato es muy relevante ya que además de ser un porcentaje de la población muy alto que comparte este criterio, denota que la sociedad española tiene una visión positiva de los aportes de la Ciencia, aspecto necesario para la implantación de las materias en los planos académicos y docentes.

Cuadro 3: Aporte (%) de la Ciencia y la Tecnología en los próximos 20 años.

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Muchos beneficios | 45,9 |
| Bastantes beneficios | 39,3 |
| Regular | 0,9 |
| Pocos beneficios | 10 |
| Ningún beneficio | 1,8 |
| N.S. | 1,5 |
| N.C. | 0,5 |

En el estudio realizado por el CIS también se constata que el 66,2% de la población española opina que la Ciencia y la Tecnología tiene en los próximos 20 años “muchos” o “bastantes riesgos”. Este dato hay que tenerlo muy en cuenta también ya que denota la preocupación de la sociedad ante riesgos derivados algunos de ellos ya presentes, como las brechas digitales entre hombres y mujeres en los trabajos profesionales ya que en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología, hay actualmente más hombres que mujeres, u otros efectos no deseados que entrañan riesgos para la sociedad y el medio ambiente como es la llamada “huella de carbono”.

Cuadro 4: Riesgos (%) de la Ciencia y la Tecnología en los próximos 20 años.

| | |
|--------------------------|-------------|
| Muchos riesgos | 21,8 |
| Bastantes riesgos | 44,4 |
| Regular | 2,1 |
| Pocos riesgos | 27,1 |
| Ningún riesgo | 2,5 |
| N.S. | 1,8 |
| N.C. | 0,4 |

Hay una manifestación clara y rotunda que se constata en el estudio realizado por el CIS sobre la percepción de la Ciencia y la Tecnología: el 91,3% de la sociedad española está en contra que haya recortes en gasto público en Ciencia y Tecnología. Este dato es muy determinante por lo elevado que es, y muy significativo asimismo del apoyo rotundo y manifiesto a la Ciencia y Tecnología por parte de la sociedad. Este indicativo deben anotarlos en sus agendas de trabajo no solo el gobierno de España, sino también todos los partidos que están presentes en el Parlamento español.

Cuadro 5: Recorte (%) del gasto público en España en Ciencia y Tecnología

| | |
|------------------|-------------|
| A favor | 6,5 |
| En contra | 91,3 |
| N.S. | 1,6 |
| N.C. | 0,6 |

El 81,3% de la sociedad española también está en contra de que existan recortes por parte de las empresas privadas en las áreas de Ciencia y Tecnología. Este dato es muy relevante ya que también denota el apoyo que tiene por parte de la población la Ciencia y la Tecnología no solo en el ámbito e instituciones públicas, sino también en el ámbito de las empresas privadas.

Cuadro 6: Recorte (%) del gasto en la empresa privada en Ciencia y Tecnología

| | |
|------------------|-------------|
| A favor | 13,3 |
| En contra | 81,7 |
| N.S. | 3 |
| N.C. | 1,9 |

Con este precedente sociológico, apostamos por realizar encuestas futuras donde se integre la IA en el listado de avances científicos relevantes y/o susceptibles de ser conocidos por la sociedad, ampliándose la lista actualmente existente (ver Cuadro 2). Además, proponemos incluir en el futuro preguntas específicas sobre el grado de conocimiento de la IA por la sociedad, que permitan calibrar el grado de penetración e información-desinformación sobre la IA, y si la sociedad es consciente de su relevancia, actual y futura; en particular y a modo de ejemplo:

- ¿Conoce alguna aplicación de la IA que afecte su vida cotidiana?
- Si su respuesta a la anterior pregunta es afirmativa, ¿podría nombrarla?
- ¿Podría nombrar alguna herramienta específica de IA (p.e. ChatGPT)?
- Si su respuesta a la anterior pregunta es afirmativa, ¿la ha usado alguna vez?
- Si su respuesta a la anterior pregunta es afirmativa, ¿su uso ha sido con propósito personal o profesional?
- ¿Considera que la IA supone algún riesgo actual o futuro para su puesto de trabajo?
- ¿Considera que la IA supone algún beneficio actual o futuro para su puesto de trabajo?
- ¿Estaría de acuerdo con que la IA se integre como materia curricular en etapas educativas básicas (p.e. ESO)?
- Si una de sus pruebas médicas (p.e. radiografía, mamografía, etc.) se hubiera analizado usando IA, ¿quisiera ser informado claramente de ello?
- Si las publicaciones sugeridas en sus redes sociales fueran seleccionadas por una herramienta de IA, ¿quisiera ser informado claramente de ello?
- ¿Cree obligatorio ser advertido si la edición o manipulación de textos, imágenes o vídeos han sido realizados por una IA?
- ¿Estaría de acuerdo en que sus datos personales fueran usados para entrenar una herramienta de IA?

9. REFLEXIONES FINALES

La Inteligencia Artificial es una tecnología disruptiva que busca soluciones cada vez más parecidas a las desarrolladas por la inteligencia humana: mejora la eficiencia, automatiza los procesos, aporta precisión, abre nuevas vías de trabajo, etc. pero tiene importantes desafíos presentes y futuros en los campos de la ciberseguridad, la propiedad intelectual, el empleo, la veracidad y actualidad de las fuentes consultadas o la privacidad de los datos personales. La IA, ¿acabará siendo una fuente de desarrollo y progreso social, o una fuente de generación de nuevas desigualdades?, ¿impulsará nuevas posibilidades de comunicación, o incrementará el individualismo

y la desconexión social?, ¿dificultará el acceso al mercado de trabajo, o mejorará las condiciones y la calidad del trabajo?

Es un hecho que la IA forma parte de nuestras vidas, ya que la IA está desempeñando un papel de actor predominante capacitando a las máquinas a resolver problemas y a aprender mediante procesos complejos de entrenamiento. La IA también impulsa la era de la meritocracia, en la que cualquier persona dispone de herramientas sofisticadas para competir, y la deslocalización, dado su acceso remoto desde cualquier lugar. Por tanto, mantiene una posición privilegiada con su capacidad innata de transformar la sociedad y aportar beneficios para la humanidad. Con la gran implosión de la tecnología digital, nos estamos acostumbrando a que todo avance se imponga a una velocidad sumamente acelerada; sin embargo, la IA es necesario que esté cuidadosamente regulada y regida bajo las consideraciones éticas y morales propias de una avanzada y democrática sociedad del bienestar.

La sociedad en su conjunto tendrá que ir resolviendo estos desafíos que se enmarcan en un entorno de cambio climático, de desigualdad, de pobreza, de replanteamiento de las relaciones sociales, etc. La IA tiene incidencias en el ámbito social, económico, político, educativo, sanitario, etc. Todos estos sectores, son plenamente conscientes del importante papel que la IA está desarrollando y desarrollará a corto y a medio plazo. Teniendo siempre presentes los principios de inclusión y de equidad, con el despliegue y acceso a las tecnologías de la IA el objetivo último debe ser la mejora de la calidad de vida de todos los ciudadanos. Recordemos, por último, que la IA no es determinista y que seguirá dependiendo, por tanto, de la supervisión humana, en un proceso global de adaptación y transformación.

REFERENCIAS

- Baum, Z. J., Yu, X., Ayala, P. Y., Zhao, Y., Watkins, T. P., & Zhou, Q. (2021), Artificial Intelligence in Chemistry: Current Trends and Future Directions. *Journal of Chemical Information and Modelling*, 61(7), 3197-3221. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00619>
- Beck, U. (1998). ¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización. Paidós Ibérica.
- Castells, M. (2005). La era de la información: Economía, sociedad y cultura. I. La sociedad red. Alianza Editorial.

- Castells, M. (2006). *La sociedad red*. Alianza Editorial.
- Chen, L., Chen, Z., Zhang, Y., Liu, Y., Osman, A. I., Farghali, M., Hua, J., Al-Fatesh, A., Ihara, I., Rooney, D. W., & Yap, P.-S. (2023). Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01617-y>
- Falk, S., & van Wynsberghe, A. (2023). Challenging AI for Sustainability. *AI and Ethics*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00323-3>
- FECYT (2023). Percepción social de la Ciencia y la Tecnología en España 2022. DOI: <https://doi.org/10.58121/msx6-zd63>
- Ho, B., Baryshnikova, A., & Brown, G. W. (2018), Unification of Protein Abundance Datasets Yields a Quantitative *Saccharomyces cerevisiae* Proteom. *Cell Systems*, 6, 192-205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cels.2017.12.004>
- Holden-Thorp, H. (2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 379, 313. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adg7879>
- Hosseini, M., Rasmussen, L. M., & Resnik, D. B. (2023). Using AI to write scholarly publications. *Accountability in Research*, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1080/08989621.2023.2168535>
- Kaack, L. H., Donti, P. L., Strubell, E., Kamiya, G., Creutzig, F., & Rolnick, D. (2022). Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 12, 518-527. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01377-7>
- Kren, M., Pollice, R., Guo, S. Y., Aldeghi, M., Cervera-Lierta, A., Friedrich, P., dos Passos-Gomes, G., Häse, F., Jinich, A., Nigam, A., Yao, Z., & Aspuru-Guzik, A. (2022). On scientific understand with artificial intelligence. *Nature Reviews Physics*, 4, 761-769. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42254-022-00518-3>
- Martínez Barea, J. L. (2014). *El mundo que viene*. Gestión 2000.
- Oliver, Nuria (2018). *Inteligencia Artificial. Ficción, realidad y sueños*. Real academia de ingeniería.

- Rifkin, J. (1995). *The End of Work. Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. New York: Tarcher/Putnam.
- Rojas Marcos, L. (2022). *Estar bien aquí y ahora*. Harper Collins.
- Sancho-García, J.C., & Ivorra-Alemañy, A. (2022). The role of technology as driving force of the social change. *Sociología y Tecnociencia*, 12(2), 20-34. DOI: <https://doi.org/10.24197/st.2.2022.20-34>
- Seifrid, M., Pollice, R., Aguilar-Granda, A., Chan, Z. M., Hotta, K., Ser, C. T., Vestfrid, J., Wu, T. C., & Aspuru-Guzik, A. (2022). *Accounts of Chemical Research* 55 (17), 2454-2466. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00220>
- Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove. *Nature*, 613, 620-621. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00107-z>