

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CAMBIO CLIMÁTICO: NUNC AUT NUNQUAM

Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, nuestras mentes han tenido que soportar todo el peso de la memoria, la comunicación y el cálculo. La supervivencia de los cazadores-recolectores, que habitaban el mundo hasta hace diez mil años, dependía en gran medida del conocimiento cabal que estos tuvieran sobre los terrenos en los que estaban, los animales que cazaban y las plantas que recolectaban. Pero alrededor del 3000 a. C. se produjo uno de los hitos más trascendentales en la civilización humana: la invención de la escritura. Esta escritura, que principalmente fue inventada para el almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de información a modo de registro esencial de la cosecha, liberó a los sumerios de las limitaciones del cerebro humano. Por primera vez, se podían externalizar datos matemáticos, preservarlos fuera del cerebro y transmitirlos a través del tiempo y espacio. Con el paso del tiempo la escritura se volvió más completa, pudiendo expresar casi todo el lenguaje hablado y no solo datos matemáticos. De esta manera, abrió paso a la aparición de nuevas ciudades e imperios, regidas por decretos y leyes. Por tanto, la invención de la escritura es el primer gran salto en la externalización de nuestras capacidades cognitivas.¹

Otro momento crucial ocurrió en 1967, la invención del dispositivo que nos permitiría dejar de usar parte de nuestro cerebro: el debut de la primera calculadora de bolsillo. En un instante, presionando unos pocos botones adornados con símbolos, el pequeño artefacto te daba una respuesta fiable y precisa de una operación aritmética simple. Ya no sería necesario que ingenieros, científicos y hasta estudiantes realizaran estas operaciones analógicamente, con el riesgo de cometer fallos. Ciertamente, existen herramientas matemáticas, como el ábaco y las tablas de cálculo, que ayudaban y amenizaban el trabajo, pero estas seguían requiriendo cierto pensamiento propio. El advenimiento de la calculadora no solo ahorra tiempo, si no nos permitía relegar de una capacidad cognitiva más, el cálculo. De esta manera podíamos centrarnos en tareas más complejas, como inventar, diseñar o resolver problemas.²

Estos dos acontecimientos, la invención de la escritura y de la calculadora, marcan un patrón más amplio. Son puntos de inflexión fundamentales, en los cuales la humanidad gradualmente ha delegado tareas cognitivas a herramientas o máquinas.

Hoy día la inteligencia artificial (IA) representa el siguiente gran cambio, en el que lo que está en juego ya no se trata de cargas cognitivas básicas. La IA es capaz de aprender, razonar y hasta de crear nuevos textos e imágenes. Puede analizar enormes cantidades de datos, generar nuevas hipótesis y ayudar en la toma de decisiones. Delegar, aun solo una parte de estas capacidades a la IA supondría un cambio decisivo que imita y, seguramente, sobrepase los eventos comentados con anterioridad.

Estamos solo empezando a comprender todas las implicaciones que puede tener la inteligencia artificial. Al igual que la escritura nos ayudó a fundar civilizaciones y la calculadora nos ayudó a resolver nuevos problemas matemáticos y físicos, la inteligencia artificial nos puede ayudar a resolver problemas que nunca antes habíamos sido capaces de afrontar.

Uno de estos retos es el cambio climático, que amenaza cada vez más nuestra forma de vida. La IA puede desempeñar un papel determinante en la mitigación del cambio climático y convertirse en una herramienta crucial para tomar decisiones más informadas que, a no ser de esta tecnología, estarían fuera del alcance de nuestras capacidades humanas.

IA, UNA DEFINICIÓN BORROSA

La inteligencia artificial es la tecnología de la vanguardia, pero a pesar de su cada vez mayor uso y su creciente influencia, todavía no existe una definición mundialmente reconocida para el término. Esta falta de consenso se debe, en parte, a la complejidad de la tarea y la amplitud del concepto. La IA abarca diversos campos al tratarse de una tecnología interdisciplinar, desde la informática hasta la robótica sin dejar de lado las consideraciones éticas y filosóficas. Es por eso que la taxonomía y definición varía dependiendo del contexto en el que se habla de la IA, ya sea investigación, industria o política. Muchas definiciones están basadas en la comparación con la inteligencia humana o inteligencia en general, es decir máquinas que se comportan como humanos y son capaces de realizar acciones propias de estos, como por ejemplo el razonamiento, el

aprendizaje o la toma de decisiones. Sin embargo, como la propia inteligencia humana es difícil de definir, definir la IA en relación con ella añade aún más ambigüedad al concepto. Para intentar resolver este problema, la Comisión Europea (CE) puso en marcha una iniciativa en 2020 para formular una definición de IA que sirva como punto de referencia para todas sus aplicaciones en diferentes sectores. A través del proyecto de AI Watch ejecutado por el Joint Reserach Center, el servicio de ciencia y centro de conocimiento de la CE, se pretende encontrar una definición dinámica que se pueda modificar y adaptar a la célere evolución y desarrollo de la IA. Para ello, se revisaron las definiciones encontradas en 55 documentos que variaban en perspectivas académicas, industriales y corporativas. Siguiendo este método se decidió que la definición propuesta por el grupo HLEG (High Level Expert Group) en 2019 era la más adecuada, ya que clarifica los fundamentos de esta tecnología emergente.

Por consiguiente, se define la IA como un sistema de software y, en algunos casos, hardware diseñado por el hombre para resolver problemas complejos. Estos actúan en una dimensión física o digital mediante la percepción de su entorno a través de adquisición e interpretación de datos. Asimismo, procesa la información de los datos obtenidos y razona una respuesta lógica para después ayudar a tomar la mejor decisión posible para solventar el problema propuesto. Además, los sistemas de IA utilizan algoritmos que tienen la habilidad de adaptar su comportamiento dependiendo de cómo afecte a su entorno sus acciones anteriores.^{3,4}

EL PROBLEMA DEL AHORA

El cambio climático es, sin lugar a duda, uno de los desafíos más importantes de nuestro tiempo. Contrario a lo que se pueda pensar no solo atañe al medioambiente, se trata de una crisis polifacética que repercute en múltiples ámbitos como la economía, la política, la salud pública y la seguridad nacional. Las consecuencias del cambio climático ya son visibles en, entre muchas otros aspectos, el aumento de temperaturas, el aumento y mayor gravedad de las catástrofes naturales, el deshielo de los glaciares y la subida en el nivel del mar.

En esencia, *el cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos*, dicta Naciones Unidas. Estos cambios medioambientales pueden ser naturales, como erupciones volcánicas grandes y prolongadas en el tiempo o alteraciones en la actividad solar. Sin embargo, la evidencia científica apunta a que el

humano y sus actividades han sido el principal motor del cambio climático desde la revolución industrial en el siglo XIX. Estas actividades han provocado un aumento inusitado de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual es nocivo para la tierra y sus ecosistemas. Cabe mencionar que los gases de efecto invernadero, entre los cuales se encuentra el dióxido de carbono (CO₂), son necesarios para la vida puesto que procuran las condiciones de vida necesarias para el desarrollo de la misma. No obstante, cuando estos gases se acumulan en exceso son capaces de absorber aún más la radiación infrarroja del sol, de manera que retienen y aumentan el calor en la atmósfera terrestre, lo que es perjudicial.^{5,6}

A pesar de los avisos y advertencias de científicos y de las conferencias de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP) las emisiones globales de gases de efecto invernadero siguen en aumento, afectando sobre todo a las poblaciones más vulnerables. Por lo tanto, es de crucial importancia que los países desarrollados hagan uso de la tecnología más avanzada para abordar el problema y, con suerte, llegar a una solución. Este plan de acción requiere un esfuerzo colectivo y global para poder reducir las emisiones, principalmente mediante el reemplazo de fuentes fósiles por renovables, y poder planear y prevenir mejor las catástrofes naturales cada vez más frecuentes.

En este contexto, el abordaje de la problemática del cambio climático a través de la inteligencia artificial representa una oportunidad esperanzadora.

IA: ¿EL ANTÍDOTO O LA ENFERMEDAD?

Todos nosotros sabemos cómo funciona la inteligencia artificial. En cuestión de segundos, proporcionándole cualquier tipo de pregunta, nos responde con un texto coherente y estructurado que resuelve nuestras dudas. Pero ¿cómo es esto posible? ¿Cómo es capaz una máquina de entender oraciones de sintaxis compleja y, yendo más allá, capaz de crear oraciones propias del mismo estilo?

Los modelos de inteligencia artificial más utilizados por el público general son los modelos de lenguaje grande, también llamados LLM por sus siglas en inglés (Large Language Model), siendo los más destacados Chat GPT de OpenAI o Gemini de Google. Su objetivo, en el nivel más rudimentario, es obtener la capacidad de predecir la siguiente palabra en un texto. Este “pequeño” logro demuestra la posibilidad de enseñarle a estos modelos los patrones lingüísticos de los idiomas y, por ende, la habilidad de entender y

generar oraciones complejas. Para ello, cada uno de estos modelos de LLM se tiene que someter a un entrenamiento extenso en el que se le expone a la mayor cantidad de textos, o corpus lingüísticos, posibles. Los patrones internos de los que aprende se llaman parámetros y describen la relación que se encuentra entre dos palabras. Cuanto mayor sea el número de parámetros utilizados mejor será el resultado. Cada modelo nuevo de inteligencia artificial excede el número de parámetros de sus predecesores, Chat-GPT-2 contaba con 1.5 billones, Chat-GPT-3 con 175 billones, PaLM tiene 540 billones y Chat-GPT-4, aunque no ha sido confirmado, se estima que lo supera sobradamente.

La diversidad y voluminosidad de los corpus lingüísticos, provenientes de contenido de internet, libros, artículos y repositorios de información, redes sociales y bases de datos especializadas, permiten que las inteligencias artificiales adquieran un empleo adecuado y competente en diferentes estilos de texto y registros.

Los centros de datos consumen energía por dos medios principalmente mientras que realizan el entrenamiento: Primero, hay un consumo mínimo de energía y una liberación de calor cada vez que se procesa un bit de información (los sistemas de IA utilizan un lenguaje basado en 0 y 1) y se transforma de un estado al otro. Por otro lado, el calor generado es nocivo para los servidores. Por esta razón casi un 40 % de la energía utilizada en los centros de datos se emplea en mantener una temperatura adecuada, puesto que si no los sistemas se calentarían y dejarían de funcionar.

En 2019, un año después del lanzamiento de Chat-GPT-1, un grupo de científicos de la Universidad de Massachusetts Amherst publicó un estudio que revelaba que el proceso de capacitación de las redes neuronales, en las que se basa la IA, a través de los corpus de entrenamiento era significativamente perjudicial para el medioambiente. Se evidencia en el estudio que el entrenamiento de modelos de lenguaje grande requiere mucha energía y puede emitir hasta 626,000 libras de dióxido de carbono. Para contextualizar esta cifra, equivale aproximadamente a las emisiones de cinco coches americanos a lo largo de su vida útil y la producción de los vehículos en sí y llega a sobrepasar la emisión de muchos complejos familiares a lo largo de varios años. La mayor parte del consumo de energía se explica por el entrenamiento en los centros de datos, que puede durar semanas e incluso meses, en los que el algoritmo está procesando ininterrumpidamente información. Los centros de datos consumen energía procedente de fuentes fósiles, lo que agrava la contaminación de dióxido de carbono. Este estudio se realizó tras el lanzamiento del primer modelo de Chat-GPT, que era el más simple ya que está constituido por el menor

número de parámetros. Por lo tanto, se puede especular que este dato ya no es válido, puesto que el consumo de energía es directamente proporcional a la cantidad de parámetros y duración del entreno.^{7,8}

Un segundo estudio de la Universidad de Columbia estima en su revista *Climate School* publicada en el año 2023 que las emisiones globales de los centros de datos usados para el entrenamiento de modelos de IA se encuentran alrededor del 2,5 y 3,7 por ciento de emisiones globales de gases de efecto invernadero. Esta cifra supera a aquellas producidas por la aviación globalmente. Asimismo, se estima que el consumo de electricidad usado en centros de datos únicamente en Europa aumente un 28 %.⁹

No solo el entrenamiento de los modelos de IA consume energía, también las búsquedas y las preguntas que se le hacen pueden representar una amenaza para el medioambiente. Este proceso, en el cual se utilizan los conocimientos adquiridos de un modelo previamente entrenado para responder a nuestras preguntas, se llama inferencia. Es decir, cada tarea o consulta que le encomendamos a la IA consume un poco de energía que normalmente se pasa por alto. Según el artículo mencionado anteriormente de la energía utilizada para sostener el consumo energético de la IA la inferencia es responsable del 60% mientras que el entrenamiento del modelo consume el 40% restante. Esto se debe a que un modelo entrenado una vez puede ser usado una infinidad más de veces para responder a preguntas de los usuarios.⁹

Un informe de Goldman Sachs demostró en 2024 que una consulta a Chat-GPT consumía hasta 10 veces más que realizar esa misma búsqueda en Google. La diferencia entre uno y otro se puede visualizar fácilmente: La rapidez en la respuesta te da una idea de cuanta energía ha sido utilizada. Es decir, al hacer una búsqueda de Google aparecen instantáneamente los resultados, a veces hasta indica el número de páginas webs que se han encontrado relacionadas con la búsqueda realizada y el tiempo que ha tardado (siempre inferior a un segundo). Al utilizar Chat-GPT podemos ver los adentros de la máquina, le vemos “pensar”. Todo el tiempo que aparece el cursor parpadeando, que no es necesariamente poco, el sistema está usando energía. De este modo, se refleja el diferente funcionamiento además del coste energético.^{10,11}

Además, el investigador Jesse Dodge afirmó que con la energía utilizada por Chat-GPT en una pregunta se podía mantener encendida una bombilla por 20 minutos.¹² Estos datos cobran especial relevancia cuando se amplifica el consumo de energía a los usuarios de las inteligencias artificiales. Chat-GPT alcanzó los 100 millones de usuarios activos

semanalmente solamente 60 días tras su lanzamiento en 2022. Hoy día la cifra de usuarios de Chat-GPT sigue en aumento, con el último informe estimando el número en alrededor de 400 millones de usuarios semanales.^{13,14} Teniendo en cuenta su crecimiento exponencial, OpenAI manifestó su deseo por alcanzar el billón de usuarios antes de acabar el año.

El uso incontrolado y excesivo de esta herramienta puede acelerar el cambio climático y contrarrestar los efectos positivos que esta tecnología vanguardista aporta a la problemática. Por lo tanto, es necesario mantener el consumo energético de la IA bajo escrutinio. Sin embargo, como se ha señalado en diversas ocasiones a lo largo de este ensayo, la IA ofrece un mar de posibilidades en el combate frente al cambio climático.

Una de las formas principales de abordar el cambio climático es a través de la transición energética de fuentes fósiles y nucleares a energías renovables, como la fotovoltaica, eólica e hidroeléctrica. La inteligencia artificial ofrece la posibilidad de integrar mayor cantidad de energías verdes y conseguir una infraestructura más sostenible. El proyecto de la ciudad de NEOM aporta un punto de vista pionero en el asunto. Pretende operar únicamente mediante energías ecológicas, especialmente la solar y la eólica. El artículo demuestra que el cambio es posible. El empleo de la IA es determinante para gestionar estas fuentes, puesto que todas ellas son inestables y susceptibles a cambios meteorológicos. La IA procesa grandes cantidades de datos ambientales a través de algoritmos en tiempo real para predecir con mayor precisión la potencia energética alcanzable. Estos algoritmos son críticos para poder garantizar un equilibrio entre la demanda y la oferta energética. En caso de que esto no se cumpla puede haber oscilaciones en el potencial energético y que colapse el sistema. Estos sucesos están a la orden del día, puesto que ocurrió el 28 de abril en España. La compañía responsable de la energía en España, Red Eléctrica, apunta a que se debió a las razones comentadas, por lo que, probablemente, podría haber sido evitado con un correcto uso de la IA.

La IA se puede introducir también en otros ámbitos más destacables como el clima. Hasta el momento las predicciones meteorológicas se han obtenido mediante modelos numéricos, que se basaban en las leyes físicas de la naturaleza responsables. Este tipo de modelos usa muchas variables, como la temperatura, presión atmosférica, viento y humedad, que luego inserta en ecuaciones a partir de las cuales derivan las predicciones. Por el contrario, la IA utiliza modelos que siguen algoritmos de aprendizaje autónomo y

redes neuronales. Este modelo es especialmente interesante por dos razones. En primer lugar, ya que puede encontrar patrones climáticos ocultos que antaño hubiera sido imposible encontrar. Estos patrones climáticos, que pasan desapercibidos por los métodos habituales. En segundo lugar, la IA es capaz de predecir mejor las catástrofes naturales ocasionadas por el cambio climático, puesto que al no depender de las fórmulas físicas y solo del contenido y los datos aprendidos está mejor adaptada a las alteraciones en los patrones meteorológicos por el cambio climático. La AEMET no ha sido capaz de predecir correctamente la gravedad de los recientes desastres naturales ocurridos en España, como la Dana de Valencia del pasado septiembre o los fuertes temporales de Formentera en el último verano. Por ello, se podrá beneficiar de un modelo de IA. La aplicación de esta tecnología ya se ha establecido en Météo-France.¹⁵

La utilización de la IA permite predecir de forma mucho más precisa los eventos meteorológicos y da la posibilidad de planificar debidamente. Es decir, en caso de una inundación por el rebosamiento de un río por fuertes precipitaciones, se podría evacuar la zona en riesgo antes de que ocurra. Principalmente países muy afectados por este tipo de catástrofes, como pueden ser los países subdesarrollados se beneficiarían de esta herramienta. Esto enlaza directamente con la afirmación planteada al comienzo de este ensayo, la IA ayuda a proteger a los más vulnerables.¹⁶

En la lucha contra el cambio climático, la inteligencia artificial puede convertirse en el demonio... o alzarse en el mesías tecnológico que tanto hemos ansiado.

EL DEBATE ESTÁ MAL PLANTEADO

Como es percibida la inteligencia artificial por la sociedad está influido por la cultura, la política y las interacciones sociales. Actualmente, la IA se puede contemplar desde diferente perspectivas. En una visión binaria la IA puede representar el antídoto o la enfermedad.

Sin embargo, el debate está mal planteado. Podemos discutir extensamente sobre si la inteligencia artificial aporta a la mitigación del cambio climático o lo empeora y lo acelera, pero, en definitiva, resulta irrelevante. No hay forma de bajarse del tren, la IA ha venido para quedarse. Sería irrealista pensar que somos capaces de dejar de utilizarla, aunque se decidiera que la IA agrava el cambio climático. Hay 400 millones de usuarios activos semanales en Chat-GPT que, mayoritariamente, no renunciarían a esta herramienta. Nuestra única opción posible es adaptarnos.

La antigua Grecia fue el epitome de conocimiento, muchos filósofos aportaron importantes teoremas, entre ellos el filósofo Heráclito. En una de sus doctrinas más famosas declaró: “No es posible bañarse dos veces en el mismo río”. El río, no ha dejado de ser el mismo, sin embargo ha cambiado por completo. El agua fluye y nunca más será el mismo. Esta percepción de que la única constante es el cambio, revela una lección muy importante: Al igual que no podemos parar el agua, no podemos parar el desarrollo de la IA y de otras tecnologías emergentes.

El biólogo Charles Darwin es mundialmente conocido por su teoría de la selección natural. También esta se puede relacionar a la IA y el cambio climático. Contrario a la creencia popular, la teoría no trata de la supervivencia del más fuerte. Darwin puso énfasis en la habilidad de adaptarse al cambio. Para él era esta la que otorgaba una ventaja biológica. La capacidad de los humanos para adaptarse a los cambios es crucial. No podemos echarnos atrás ahora, tenemos que encontrar formas de usar la IA a nuestro favor. Conseguir minimizar el coste energético de las inteligencias artificiales en el entrenamiento y posterior inferencia. La única forma de sobrevivir, siguiendo a Darwin, es comenzar a emplear y a adaptar las medidas de la IA.

Un último ejemplo se puede sacar de la historia: un evento trascendental que marcó el comienzo del cambio climático atribuido al hombre: la revolución industrial. Esta revolución, que en su momento podría haber sido contemplada tanto como beneficiosa como perjudicial, es comparable con la revolución de las inteligencias artificiales. En ese momento, como también ahora, solo dejó posible la opción de adaptarse al cambio. Mirando atrás, se reconoce un claro patrón, aquellos países que implementaron antes las tecnologías de la revolución industrial, como Alemania y Reino Unido, fueron recompensados con una economía más fuerte y estable.

La adaptación no es nuestra última carta, si no nuestra mejor jugada y la única respuesta útil al constante cambio de nuestra vida.

NUNC AUT NUNQUAM

La inteligencia artificial se ha convertido en una potencia tecnológica, la cual somos incapaces de ignorar. Influye no solo en la economía y tecnología, sino también en los problemas sociales más urgentes de nuestra época. Con el creciente problema medioambiental, la IA supone una herramienta prometedora para el cambio. Estamos

todavía descubriendo todos los usos que se le puede dar. No obstante, el procesamiento de las enormes cantidades de datos ya ofrece incontables oportunidades de atacar el cambio climático. Ya sea a través de la transición a una infraestructura soportada por más energía renovable o por mejores predicciones meteorológicas, la IA es una herramienta crucial.

No podemos olvidar el coste energético, pero tampoco podemos dejar que este nos frene y nos impida utilizar una buena herramienta, que con un correcto uso, puede ser un arma competente contra la crisis climática.

Ahora o nunca.

REFERENCIAS

1. Harari, Y. N. *De Animales a Dioses Breve Historia de La Humanidad*. www.megustaleerebooks.com.
2. 50 años de la calculadora, el invento que cambió el mundo | Noticias. <https://noticias.perfil.com/noticias/tecnologia/2017-04-05-50-anos-de-la-calculadora-el-invento-que-cambio-el-mundo.phtml>.
3. AI Watch Defining Artificial Intelligence. in (2020). doi:10.2760/382730.
4. Qué es la Inteligencia Artificial | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España. <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>.
5. ¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>.
6. Gases de Efecto Invernadero (GEI): causas y consecuencias | Primagas. <https://www.primagas.es/blog/gases-de-efecto-invernadero-gei>.
7. Training a single AI model can emit as much carbon as five cars in their lifetimes | MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/>.
8. Ding, Z. *et al.* Tracking the carbon footprint of global generative artificial intelligence. *The Innovation* 6, 100866 (2025).
9. AI's Growing Carbon Footprint – State of the Planet. <https://news.climate.columbia.edu/2023/06/09/ais-growing-carbon-footprint/>.
10. Can the climate survive AI's thirst for energy? – podcast | Science | The Guardian. <https://www.theguardian.com/science/audio/2024/jul/16/can-the-climate-survive-ais-thirst-for-energy-podcast>.
11. AI is poised to drive 160% increase in data center power demand | Goldman Sachs. <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>.
12. Google and Microsoft report growing emissions as they double-down on AI : NPR. <https://www.npr.org/2024/07/12/g-s1-9545/ai-brings-soaring-emissions-for-google-and-microsoft-a-major-contributor-to-climate-change>.
13. ChatGPT: usuarios y estadísticas (2025). <https://www.primeweb.com.mx/chatgpt-usuarios-estadisticas>.
14. OpenAI tops 400 million users despite DeepSeek's emergence. <https://www.cnn.com/2025/02/20/openai-tops-400-million-users-despite-deepseek-emergence.html>.
15. De la moda a la comida, cómo ayuda la IA a combatir el cambio climático | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2023/11/1525417>.
16. La inteligencia artificial y la previsión meteorológica - Cazatormentas. <https://cazatormentas.com/inteligencia-artificial-prevision-meteorologica/>.