EL CUERPO OCULTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: DE LA MINA A LA NUBE.

AYUDANDO A COMPRENDER LAS CONSECUENCIAS DEL PARADIGMA TECNOCRÁTICO DENUNCIADO POR LEÓN XIV

Pbro. Cristián Borgoño*

Cuando pensamos en la inteligencia artificial, casi siempre imaginamos algo etéreo: una "nube" flotante, un algoritmo, que está detrás de un *chatbot* que responde en milisegundos. Esta imagen es, en gran medida, una ficción. La investigadora Kate Crawford, en "Atlas de la IA"[1], propone una idea central: la inteligencia artificial habita el mundo físico dejando una huella considerable. Depende de minerales extraídos de la tierra, de trabajo humano muchas veces invisibilizado, de infraestructuras energéticas masivas y de un consumo de agua que rara vez se menciona cuando hablamos de "hacerle una pregunta a la IA", salvo en intervenciones artísticas, como, por ejemplo, la realizada por Manuel Tironi en el Centro Cultural La Moneda[2].

Cuando el papa León XIV afirma que la técnica no es neutral (MH 9, 84 y 104), se refiere a muchas características de la técnica moderna, particularmente a su carácter sistémico y contextualizado. Es decir, la técnica moderna no es un mero objeto que es utilizado como instrumento según la voluntad de quien la usa, sino que está inserta en un conjunto de relaciones que configuran su existencia concreta. En el caso de la IA, estos elementos son: el hecho de que es desarrollada fundamentalmente por empresas privadas, guiadas por sus propios intereses; y el soporte físico que requiere y cómo se inserta en el territorio y el efecto que produce cuando su uso se masifica y comienza a formar parte de la vida cotidiana de las personas. No es casualidad que la IA haya sido la tecnología más rápidamente adoptada en la historia de la humanidad, batiendo los récords precedentes del mismo Internet y de las redes sociales[3].

Tal como sostiene el papa León, la valoración ética de una determinada técnica no puede hacerse en abstracto, debe ser siempre objeto de discernimiento teniendo en



cuenta cómo se despliega una determinada tecnología. Muchos de sus dinamismos dependen mucho más de la naturaleza misma de la tecnología en cuestión que de las intenciones de sus usuarios, dado que su uso se da ya en un sistema previamente configurado sobre el que el usuario no tiene mayor influencia. En este caso, lo relevante es que detrás de cada respuesta que un modelo de lenguaje genera hay una cadena planetaria de extracción, transformación, cómputo y descarte. En lo que sigue vamos a mirar con detención los eslabones de esta cadena y los problemas éticos que cada uno de ellos genera.

LA MINERÍA: EL SUSTRATO MATERIAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Todo sistema de IA comienza, literalmente, bajo tierra. La infraestructura necesaria para poder interactuar con la IA requiere litio, cobalto, tantalio, níquel, tierras raras y otros minerales que deben ser extraídos, procesados y transportados antes de convertirse en circuitos.

Por ejemplo, el litio, esencial para las baterías que alimentan los centros de datos y los dispositivos móviles, se extrae principalmente en el llamado "triángulo del litio" en Sudamérica —que incluye a nuestro país, Argentina y Bolivia— mediante un proceso que evapora enormes cantidades de agua en salares desérticos, generando tensiones con comunidades locales y con ecosistemas enteros que operan en condiciones de escasez hídrica y que dependen de esos mismos acuíferos para sobrevivir.

En realidad, cada placa madre, cada memoria RAM tiene un origen geológico concreto, con costos ambientales y humanos que se han ya pagado muchos años antes que se genere la primera línea de código.

La expansión acelerada de la demanda mundial por los minerales

---

* Profesor Asistente Facultad de Teología Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Bioética por el Ateneo Pontificio Regina Apostolorum. Magíster en Teología Moral por la Academia Alfonsiana. Doctor en Bioética por el Ateneo Pontificio Regina Apostolorum.

1 Cf. Crawford, K. (2022). Atlas de la Inteligencia Artificial. Poder, política y costos planetarios. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

2 Puede verse una nota de prensa sobre la exposición en: https://www.cclm.cl/exposicion/ecologias-hibridas/.

3 Cf. Neira, S. (4 de junio de 2026). ChatGPT alcanza los 1.000 millones de usuarios y supera a TikTok, Instagram y Facebook en velocidad de crecimiento en Infobae. https://www.infobae.com/tecno/2026/06/04/chatgpt-alcanza-los-1000-millones-de-usuarios-y-supera-a-tiktok-instagram-y-facebook-en-velocidad-de-crecimiento/

4 Esto sucede más en países africanos o asiáticos que en Sudamérica, donde la minería es mucho más industrializada y en mejores condiciones de seguridad que en otros partes del mundo.

> La técnica moderna no es un mero objeto que es utilizado como instrumento según la voluntad de quien la usa, sino que está inserta en un conjunto de relaciones que configuran su existencia concreta.

necesarios que sostienen los procesos de cómputo sobre los que opera la IA ha de hecho generado crecientes impactos ambientales, derivados de procesos mineros, sobre todo en el sur del mundo, muchas veces en condiciones laborales paupérrimas y degradantes, que se asemejan bastante a los de la minería de hace dos siglos[4]. En nuestro mismo país se cuestiona el impacto ambiental de la minería de cobre, de litio y, últimamente, en Penco, de las así llamadas tierras raras, que contienen trazas de minerales críticos, que se requieren en cantidades pequeñas pero indispensables.

LA MANUFACTURA: FÁBRICAS, CADENAS GLOBALES Y SEMICONDUCTORES

Una vez extraídos, los minerales viajan a través de cadenas de suministro global extraordinariamente complejas. El silicio se convierte en obleas, las obleas en chips, y los chips, que hoy sostienen el entrenamiento de modelos de IA, se fabrican en un número reducido de plantas de altísima sofisticación, concentradas en Taiwán, Corea del Sur y algunas regiones de Estados Unidos. La conocida empresa NVIDIA ha tenido un crecimiento exponencial precisamente porque es capaz de proveer estos insumos a la velocidad exponencial con los que son requeridos por las empresas desarrolladoras de IA[5]. El aumento de los precios de los chips está comenzando además a impactar el costo de otros productos que dependen de ellos, como los teléfonos celulares y las computadoras. Esto no es en sí mismo algo éticamente negativo, pero dimensiona el impacto sistémico del desarrollo de la inteligencia artificial en el mercado de productos tecnológicos.

Lo que es éticamente más relevante es que la producción de chips consume cantidades enormes de agua ultra purificada (una sola planta de semiconductores puede consumir millones de litros diarios[6]) y de energía, además de productos químicos altamente tóxicos. La fabricación de un solo chip avanzado puede implicar cientos de pasos individuales, cada uno con su propia huella ecológica. Esta etapa, aunque menos visible que los centros de datos, es una de las más intensivas en recursos de toda la cadena. Es también un hecho que la geografía de la producción de semiconductores implica un poder geopolítico enorme en muy pocas manos corporativas y estatales. Hay sólo un puñado de países que produce estas tecnologías críticas, lo que les otorga sin duda un poder geopolítico relevante.

LOS CENTROS DE DATOS: EL CORAZÓN FÍSICO DE LA "NUBE"

Aquí es donde la metafórica "nube" se vuelve, literalmente, hormigón, acero, cableado y torres de refrigeración. Los centros de datos que entrenan y ejecutan los modelos de IA son instalaciones industriales del tamaño de varios campos de fútbol, que albergan decenas de miles de servidores funcionando de manera continua, día y noche, todo el año.

Estos centros consumen electricidad a una escala comparable a la de ciudades medianas. Para dar un ejemplo concreto: el entrenamiento de un solo modelo de lenguaje de gran tamaño puede requerir semanas o meses de cómputo ininterrumpido en miles de GPU trabajando en paralelo, lo que se traduce en un consumo energético que se mide en *gigawatts*/hora. A esto se suma un problema menos conocido, pero igual de crítico: la refrigeración.

Los procesadores que ejecutan IA generan una cantidad de calor tan alta que, sin sistemas de enfriamiento constantes, se dañarían en minutos. Por eso, los centros de datos dependen de sistemas de refrigeración que, en muchos casos, utilizan agua dulce en cantidades masivas: se estima que ciertos centros consumen millones de litros de agua al día solo para mantener la temperatura de los servidores dentro de rangos seguros. Esta demanda hídrica ha generado conflictos concretos con comunidades locales, particularmente en zonas que ya sufren estrés hídrico, donde la construcción de nuevos centros de datos compite directamente con el agua destinada al consumo humano y la agricultura. Es conocido en Chile el caso del data center que se iba a instalar en la comuna de Cerrillos[7].

Como es esperable, estas infraestructuras tienden a instalarse en regiones con electricidad barata, regulaciones laxas o incentivos fiscales atractivos, sin que las comunidades cercanas necesariamente se beneficien de los servicios que esos centros hacen posibles. Se transforman así, igual que las zonas mineras, en zonas de sacrificio.

La problemática energética y de refrigeración es tal que Elon Musk ha pensado seriamente en ocupar el espacio como lugar ideal para tener los data centers. Energía solar gratuita, refrigeración sin agua apoyada por una infraestructura de lanzamiento y de comunicación satelital que ya existe, precisamente gracias a su empresa Space X.

EL TRABAJO HUMANO INVISIBLE DETRÁS DEL "APRENDIZAJE AUTOMÁTICO"

Un tercer elemento invisibilizado es el trabajo humano que sostiene a la IA, un trabajo que las narrativas de automatización tienden a ocultar. Los modelos de IA no aprenden solos: dependen de ejércitos de trabajadores, casi siempre del sur global, que etiquetan datos, moderan contenido tóxico o violento para "limpiar" los conjuntos de entrenamiento, y corrigen errores de los modelos mediante retroalimentación humana. Incluso, en la actualidad, trabajadores realizan trabajos manuales con cámaras para entrenar a los robots que luego los van a reemplazar[8].

Este trabajo suele ser precario, mal remunerado y psicológicamente desgastante, especialmente en el caso de la moderación de contenido, donde personas revisan miles de imágenes o textos perturbadores para que los sistemas "aprendan" a filtrarlos[9]. Es una nueva forma de trabajo industrial oculto: no ocurre en una fábrica visible, sino diseminado en plataformas digitales de microtrabajo, sin las protecciones laborales tradicionales; de hecho, en general son trabajos subcontratados por empresas como Meta o TikTok.



EL CONSUMO ENERGÉTICO DE CADA SOLICITUD: LO QUE CUESTA "HACER UNA PREGUNTA"

Cuando un usuario escribe una consulta a un sistema de IA y recibe una respuesta en segundos, esa aparente simplicidad esconde un proceso

5 Cf. Dixit, J. (17 de enero de 2025). NVIDIA's Supply Chain: Powering the AI Revolution. https://medium.com/@dixitjigar/nvidia-supply-chain-powering-the-ai-revolution-ca1de3de3c6e

6 Cf. Bithell, T. (4 de marzo de 2025). Water Usage in Semiconductor Manufacturing to Double by 2035. https://www.idtechex.com/en/research-article/water-usage-in-semiconductor-manufacturing-to-double-by-2035/32746

7 Bnamericas (6 de agosto). Google retoma centro de datos de US$200 millones en Cerrillos, Chile. https://www.bnamericas.com/es/noticias/google-retoma-centro-de-datos-de-us200-millones-en-cerrillos-chile.

8 Cf. DW. (3 de julio de 2026). Indios graban su día para formar IA que podría sustituirlos. https://www.dw.com/es/con-una-c%C3%A1mara-en-la-cabeza-miles-de-indios-graban-su-vida-diaria-para-alimentar-a-la-ia-que-podr%C3%ADa-reemplazarlos/a-77821326.

9 Cf. Wray, B. (27 de marzo de 2025). Moderador de contenidos, prototipo de 'trabajo peligroso' del siglo XXI. https://www.equaltimes.org/moderador-de-contenidos-prototipo?lang=es.

computacional intensivo. Cada palabra generada por un modelo de lenguaje implica múltiples operaciones matemáticas ejecutadas en procesadores especializados que consumen electricidad de manera proporcional a la complejidad de la tarea y al tamaño del modelo utilizado.

Investigaciones sobre el consumo energético de la inferencia (es decir, el uso del modelo ya entrenado, en contraposición al entrenamiento inicial) sugieren que una sola consulta a un modelo de lenguaje puede consumir considerablemente más energía que una búsqueda en un motor de búsqueda convencional, aunque las cifras exactas varían según el modelo, su tamaño y la infraestructura utilizada[10]. Multiplicado por los miles de millones de interacciones diarias que reciben estos sistemas a escala global, el resultado es un consumo energético agregado que crece de forma sostenida, y que en muchos casos no se reporta con transparencia por parte de las empresas que operan estos servicios. Es el uso cotidiano y masivo el que constituye, en el largo plazo, la mayor parte del consumo energético acumulado de estos sistemas.

EL FINAL DEL CICLO: LA BASURA ELECTRÓNICA

La cadena material de la IA no termina cuando un chip se vuelve obsoleto, y la obsolescencia en este sector es particularmente rápida (se calcula un *turnover* de dos a tres años, casi la mitad de los chips tradicionales[11]). Servidores, tarjetas gráficas y dispositivos electrónicos terminan, con frecuencia, en vertederos informales en países del sur global, donde trabajadores desmantelan estos equipos para recuperar metales valiosos, exponiéndose a sustancias tóxicas como plomo, mercurio y retardantes de llama.

A la luz de esta somera exposición de los elementos materiales que sostienen el despliegue tecnológico de la IA, podemos concluir fácilmente que no es un fenómeno puramente digital ni transitorio, sino un proceso extractivo con un principio geológico (la mina) y un final igualmente material (el desecho), atravesado en el medio por trabajo humano, energía y agua. Poner en evidencia esta dimensión material no implica rechazar la tecnología, sino exigir un discernimiento que tenga en consideración sus costos reales: ambientales, laborales y geopolíticos. En otras palabras, sacarse las anteojeras del paradigma tecnocrático denunciado por Francisco en *Laudato Si'* y retomado por León XIV en *Magnifica humanitas*, y poner en primer lugar el bien común y no sólo el bien de unos pocos, así como contribuir a tomar conciencia de que usar la IA no es algo que "no hace mal a nadie" sino que se asocia a un daño socioambiental que debe ser mitigado, ojalá totalmente, por medio de un uso ético de la IA.

> Los modelos de IA no aprenden solos: dependen de ejércitos de trabajadores, casi siempre del sur global, que etiquetan datos, moderan contenido tóxico o violento para "limpiar" los conjuntos de entrenamiento, y corrigen errores de los modelos mediante retroalimentación humana.

10 Cf. Smith, M (1 de octubre de 2025). El gigante oculto detrás de cada respuesta de IA en IEEE Spectrum. https://spectrum.ieee.org/ai-energy-use

11 Planas, C. (12 de enero de 2026). La obsolescencia de los chips: ¿el problema que amenaza con pinchar la burbuja de la inteligencia artificial? El Periódico. https://www.elperiodico.com/es/tecnologia/20260112/obsolescencia-chips-problema-amenaza-burbuja-inteligencia-artificial-nvidia-semiconductores-openai-chatgpt-michael-burry-inversion-124938690