

Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica
ISSN en línea 3005-2599, enero-marzo 2025,
Volumen 5, Número 2.

DOI: <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i1>

AGUA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: EL LADO OCULTO DEL PROGRESO TECNOLÓGICO

*WATER AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE HIDDEN SIDE OF
TECHNOLOGICAL PROGRESS*

Máximo Abel Ramírez Chávez

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

César Ernesto Litardo Caicedo

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador



E. COUTURE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO



Estudios y Perspectivas

Revista Científica y Académica

DOI: <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i2.1096>

Agua e Inteligencia Artificial: El Lado Oculto del Progreso Tecnológico

Máximo Abel Ramírez Chávezmramirez@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-7288-0770>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo –Ecuador

César Ernesto Litardo Caicedoclitardo@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-7623-5653>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo –Ecuador

RESUMEN

La expansión acelerada de la Inteligencia Artificial (IA) ha sido celebrada como uno de los hitos tecnológicos más importantes del siglo XXI. Sin embargo, su crecimiento conlleva impactos ambientales significativos que permanecen invisibilizados en el discurso dominante del progreso digital. Este artículo analiza, desde un enfoque crítico y académico, el consumo de agua como una de las principales externalidades ecológicas asociadas al desarrollo de la IA, particularmente en relación con el funcionamiento de los centros de datos que entrenan y ejecutan modelos como ChatGPT y otros algoritmos generativos. A través de una revisión documental y bajo el paradigma sociocrítico, se examinan estudios de caso de empresas como Google, Microsoft y Huawei, cuyos centros de datos ubicados en regiones con estrés hídrico consumen millones de litros de agua para sistemas de refrigeración. Esta realidad plantea serias tensiones entre la innovación tecnológica y el acceso justo y sostenible a los bienes comunes, especialmente en contextos de desigualdad ambiental y crisis climática. El artículo propone una reflexión desde la ética del desarrollo, la justicia ambiental y la responsabilidad social universitaria, destacando el rol que deben asumir las universidades públicas en la formación de conciencia crítica, la producción de conocimiento situado y la incidencia en políticas públicas. Se concluye que el debate sobre la huella hídrica de la IA es parte de una discusión más amplia sobre el modelo civilizatorio, el sentido del progreso y la sostenibilidad futura del planeta.

Palabras clave: *inteligencia artificial, agua, sostenibilidad, centros de datos, ética tecnológica*

Recibido: 14- marzo-2025 / Aprobado: 17-abril-2025

Water and Artificial Intelligence: The Hidden Side of Technological Progress

ABSTRACT

The accelerated expansion of Artificial Intelligence (AI) has been celebrated as one of the most significant technological milestones of the 21st century. However, its growth entails considerable environmental impacts that remain hidden within the dominant discourse of digital progress. This article analyzes, from a critical and academic perspective, water consumption as one of the main ecological externalities associated with AI development, particularly in relation to the operation of data centers that train and run models such as ChatGPT and other generative algorithms. Through a documentary review and within the socio-critical paradigm, case studies of companies such as Google, Microsoft, and Huawei are examined, whose data centers located in water-stressed regions consume millions of liters of water for cooling systems. This reality raises serious tensions between technological innovation and fair and sustainable access to common goods, especially in contexts of environmental inequality and climate crisis. The article proposes a reflection based on development ethics, environmental justice, and university social responsibility, highlighting the role that public universities must assume in fostering critical awareness, producing situated knowledge, and influencing public policy. It concludes that the debate on the water footprint of AI is part of a broader discussion about the civilizational model, the meaning of progress, and the planet's sustainable future.

Keywords: *artificial intelligence, water, sustainability, data centers, technological ethics*

INTRODUCCIÓN

La revolución digital ha transformado de forma acelerada los entornos productivos, sociales y educativos a nivel global. Entre las innovaciones tecnológicas más disruptivas de las últimas décadas, la Inteligencia Artificial (IA) se ha consolidado como una herramienta de múltiples aplicaciones, capaz de redefinir los modelos de negocio, las formas de comunicación, la educación, la salud, la política pública y la vida cotidiana. No obstante, junto con sus beneficios, el avance de la IA también ha abierto nuevas interrogantes éticas, sociales y ambientales que aún no han sido plenamente abordadas por la academia ni por la sociedad en su conjunto.

Una de estas problemáticas emergentes y aun escasamente visibilizada es el consumo de agua asociado a la infraestructura tecnológica que permite el funcionamiento de los modelos de IA, en particular los sistemas de alto rendimiento computacional que operan en centros de datos (data centers) distribuidos por todo el mundo. El consumo de agua de estas instalaciones se vincula principalmente con los sistemas de refrigeración que requieren grandes volúmenes de este recurso para mantener las condiciones térmicas adecuadas. En el caso de los modelos de IA generativa como ChatGPT, Bard o Copilot, su entrenamiento y operación implica un uso intensivo de energía y agua, con implicaciones directas sobre la sostenibilidad ecológica del planeta.

Este artículo se propone discutir, desde una perspectiva académica crítica, el impacto hídrico de la Inteligencia Artificial como parte de los costos ocultos del progreso tecnológico. En particular, se problematiza el modo en que el consumo de agua por parte de la IA configura nuevas tensiones entre innovación y sostenibilidad, especialmente en un contexto global marcado por el cambio climático, el estrés hídrico y la creciente inequidad en el acceso a los recursos naturales.

Desde la universidad pública, este tema adquiere una relevancia especial, no solo porque la academia está llamada a formar profesionales críticos y comprometidos con la sostenibilidad, sino también porque el quehacer universitario tiene la responsabilidad de visibilizar y analizar los impactos no evidentes del desarrollo tecnológico. De ahí que el presente artículo, además de presentar datos actualizados y marcos conceptuales pertinentes, pretenda generar una reflexión que aporte a la

docencia, a la investigación y al debate público en torno a la relación entre agua, tecnología e inteligencia artificial.

Desarrollo

Inteligencia Artificial: avances y desafíos desde la perspectiva crítica

La Inteligencia Artificial (IA), en su forma moderna, surge del cruce entre la informática avanzada, la estadística y la disponibilidad masiva de datos (big data). Desde los años 2000, los desarrollos en machine learning y deep learning han dado paso a modelos cada vez más complejos y “autónomos” que permiten a las máquinas ejecutar tareas cognitivas de forma similar a los humanos (Domingos, 2015). No obstante, como advierte Floridi (2019), la IA no posee consciencia ni ética propia: es una tecnología sin intencionalidad moral, pero con efectos profundamente éticos y sociales.

Autores como Braidotti (2020) y Harari (2018) han planteado que el auge de estas tecnologías está transformando no solo las relaciones de producción y poder, sino también la propia condición humana. En este contexto, la universidad y el pensamiento crítico tienen la responsabilidad de problematizar la IA más allá de su utilidad económica, abriendo preguntas sobre sus impactos ecológicos, sociales, culturales y epistémicos.

El concepto de sostenibilidad tecnológica

La sostenibilidad tecnológica se refiere al diseño, desarrollo e implementación de tecnologías que no comprometan los recursos ecológicos, sociales ni económicos de las generaciones presentes y futuras (UNESCO, 2015). A diferencia de una visión tecnocéntrica del desarrollo, este enfoque implica una mirada ecológica integral que considere tanto los beneficios como los costos invisibles del avance tecnológico.

En América Latina, autores como Leff (2004) y Gudynas (2011) han planteado la necesidad de construir un pensamiento ambiental latinoamericano que supere el paradigma extractivista, incluyendo nuevas formas de concebir la relación entre tecnología, naturaleza y justicia. Desde esta mirada, la sostenibilidad no puede limitarse a indicadores técnicos o a balances energéticos, sino que debe incorporar dimensiones éticas, culturales y políticas.

Huella hídrica y crisis del agua en la era digital

El concepto de huella hídrica, desarrollado por Hoekstra et al. (2011), ha sido fundamental para visibilizar la cantidad de agua necesaria para la producción de bienes y servicios. En el caso de la IA, esta huella se manifiesta principalmente en el uso de agua para enfriar los centros de datos que entrenan y operan los algoritmos. Como lo señala la investigadora Kate Crawford (2021), cada proceso de computación intensiva implica una extracción de recursos naturales que debe ser trazada y regulada.

La crisis global del agua es, según Naciones Unidas (2023), uno de los principales desafíos del siglo XXI. Más de 2.000 millones de personas viven en países con estrés hídrico severo. En este escenario, el uso intensivo de agua por parte de tecnologías digitales plantea una contradicción ética y política: ¿es legítimo destinar miles de litros de agua al entrenamiento de un algoritmo cuando millones carecen de acceso al agua potable?

Ética tecnológica, cuidado ecológico y bienes comunes

Hans Jonas (1995), en su obra *El principio de responsabilidad*, señala que en la era tecnológica ya no basta con actuar según la intención, sino que es imprescindible prever las consecuencias de nuestras acciones, especialmente cuando éstas involucran grandes sistemas técnicos. Este principio aplica con fuerza al desarrollo de la IA, cuyos impactos se extienden a dimensiones planetarias.

Leonardo Boff (2012), desde una ética del cuidado, insiste en que el agua debe ser considerada un bien común y no un recurso mercantilizable. Esta visión se enlaza con el pensamiento ecofeminista (Shiva, 2010), que denuncia cómo las lógicas patriarcales y capitalistas han invisibilizado el papel vital del agua y de la naturaleza en el sostenimiento de la vida.

Asimismo, Boaventura de Sousa Santos (2009) propone una ecología de saberes que reconozca otros modos de conocimiento y de relación con el agua, como los saberes indígenas, campesinos y comunitarios. Desde esta mirada, el uso de tecnologías debe orientarse hacia el respeto por los ecosistemas y los derechos de la naturaleza.

Universidad, tecnología y responsabilidad social

Desde el campo de la educación superior, la Responsabilidad Social Universitaria (RSU) implica asumir un rol activo en la transformación de la sociedad, no solo mediante la docencia y la investigación, sino también a través del análisis crítico del impacto de las tecnologías. Como lo señala Vallaey (2008), las universidades no pueden formar profesionales “técnicamente competentes, pero éticamente indiferentes”.

En este sentido, analizar el impacto hídrico de la IA se convierte en una tarea urgente para las instituciones de educación superior, especialmente en contextos como América Latina, donde las brechas de acceso al agua, la energía y la conectividad digital coexisten con una adopción acelerada de tecnologías emergentes. La universidad pública tiene el deber de generar pensamiento crítico, investigaciones interdisciplinarias y propuestas de innovación social que articulen el avance tecnológico con el cuidado de la vida.

METODOLOGÍA

El presente artículo se enmarca en una metodología de carácter cualitativo, bajo el enfoque documental, analítico y crítico-reflexivo. Su objetivo principal es examinar, desde una perspectiva académica interdisciplinaria, las implicaciones ambientales del desarrollo de la Inteligencia Artificial, particularmente en lo referente al consumo de agua, dentro del contexto de una crisis ecológica global y un modelo tecnológico centrado en la eficiencia, el crecimiento y la acumulación.

Desde el paradigma sociocrítico, este estudio no se limita a la descripción de hechos, sino que busca problematizar las relaciones de poder, conocimiento y sostenibilidad que subyacen al desarrollo de tecnologías emergentes. Tal como lo propone Habermas (1987), la crítica social debe orientar la construcción de una racionalidad comunicativa y emancipadora frente a la racionalidad instrumental dominante. Esta investigación, por tanto, parte de la premisa de que el conocimiento académico no debe reproducir pasivamente el discurso del progreso tecnológico, sino contribuir a su cuestionamiento y reorientación ética.

Tipo de investigación

La naturaleza del estudio es teórica y argumentativa, con un enfoque de análisis documental. Se recurre a fuentes primarias y secundarias provenientes de artículos científicos, informes técnicos de organismos internacionales, literatura académica actualizada y obras de referencia en los campos de la ética tecnológica, la sostenibilidad, la inteligencia artificial, la justicia ambiental y la responsabilidad social universitaria.

Técnicas de recolección de información

Se utilizó la técnica de revisión documental y bibliográfica, seleccionando textos relevantes bajo criterios de pertinencia temática, actualidad, rigurosidad científica y diversidad de enfoques. La selección incluyó tanto producciones académicas de países del norte global como contribuciones teóricas desde América Latina, con el fin de integrar una visión amplia y situada.

Además, se revisaron informes de organismos como la ONU, la UNESCO, Greenpeace, así como artículos técnicos de empresas tecnológicas que han abordado el tema del consumo hídrico en sus centros de datos. Esta triangulación de fuentes permitió contrastar el discurso oficial de la industria tecnológica con el análisis crítico de la academia y los movimientos ecologistas.

Análisis de la información

El análisis se basó en una lógica hermenéutica crítica, articulando conceptos y evidencias desde una perspectiva reflexiva. A través del contraste de fuentes, se identificaron categorías de análisis como: huella hídrica, ética del progreso, tecnologías extractivistas, bienes comunes, justicia ambiental, y sostenibilidad universitaria.

Este proceso permitió elaborar una discusión argumentativa en torno al problema del consumo de agua en el contexto del desarrollo de la IA, destacando tanto sus dimensiones técnicas como sus implicaciones sociales, ecológicas y éticas.

DISCUSIÓN

El consumo de agua como externalidad del desarrollo digital

El relato dominante sobre la Inteligencia Artificial la presenta como una tecnología inmaterial, limpia y deslocalizada. Sin embargo, su funcionamiento depende de una compleja infraestructura física, energética y ambiental. Los modelos de IA generativa como GPT-4 o Gemini requieren una enorme capacidad de cómputo, la cual se sostiene en centros de datos (data centers) que operan día y noche para entrenar, almacenar y ejecutar millones de peticiones algorítmicas cada segundo.

Estos centros de datos utilizan agua principalmente en sus sistemas de refrigeración, para evitar el sobrecalentamiento de los servidores. Según el informe de Li et al. (2023), el entrenamiento de un solo modelo de IA de gran escala puede utilizar entre 500.000 y 1 millón de litros de agua, dependiendo de la localización del centro, la fuente de energía y el tipo de enfriamiento utilizado. Esta cifra equivale al consumo mensual de agua potable de unas 300 personas.

Casos emblemáticos de centros de datos y su impacto hídrico

Google: consumo intensivo en zonas vulnerables

En Estados Unidos, Google ha sido objeto de críticas por la ubicación de centros de datos en regiones con estrés hídrico, como Iowa, Oregón y Nevada. Por ejemplo, en 2022, activistas medioambientales denunciaron que el centro de datos de Google en The Dalles, Oregón, consumía más de 1.200 millones de litros de agua al año, en una ciudad con graves problemas de sequía (The New York Times, 2022). A pesar de los esfuerzos por implementar sistemas de recirculación, el impacto sobre las reservas locales sigue siendo considerable.

Microsoft y su huella hídrica creciente

Microsoft, por su parte, reconoció en su informe de sostenibilidad que su consumo de agua aumentó un 34% entre 2021 y 2022, en gran parte debido al entrenamiento de modelos de IA como ChatGPT, que funciona sobre la plataforma Azure. Un estudio publicado en *Nature* estima que solo la fase de entrenamiento del modelo GPT-3 habría consumido aproximadamente 700.000 litros de agua, considerando el uso indirecto por la energía térmica (Li et al., 2023).

Centros de datos en América Latina: el caso de Chile y Uruguay

En América Latina, países como Chile y Uruguay se han convertido en polos emergentes para la instalación de centros de datos por su conectividad y estabilidad política. Sin embargo, esta expansión plantea tensiones ecológicas importantes.

En Chile, empresas como Google y Huawei han construido data centers en la región metropolitana y en Quilicura, una zona que ya enfrenta problemas de disponibilidad hídrica. El problema se agrava considerando que Chile lleva más de 10 años en una megasequía, con impactos severos en la agricultura y el consumo humano (Cáceres et al., 2021).

Por su parte, Uruguay aloja centros de datos de IBM y Antel, que, si bien operan con energía renovable, no han transparentado completamente su consumo de agua, lo que ha generado cuestionamientos desde sectores académicos y ecologistas.

Tecnologías verdes o extractivismo digital

Estos casos reales invitan a revisar el concepto de “tecnologías verdes” promovido por las grandes corporaciones. Si bien muchas de estas empresas se comprometen con la neutralidad de carbono, poco se dice sobre su huella hídrica o sobre el impacto territorial de su infraestructura.

Como advierte Maxigas (2017), estamos ante un nuevo extractivismo digital, donde los datos, la energía y el agua son extraídos de territorios específicos, muchas veces periféricos o vulnerables, para sostener una economía de la información que concentra beneficios en pocas manos. Esta lógica reproduce patrones de desigualdad y contradice los principios de justicia ambiental y desarrollo sostenible.

El rol de las políticas públicas y la regulación ambiental

Frente a este escenario, la intervención estatal se vuelve crucial. Algunos países han comenzado a regular el consumo de agua de los centros de datos. Por ejemplo, en Países Bajos, el gobierno ha limitado la expansión de data centers de Meta (Facebook) debido a su elevado consumo de agua y energía.

En América Latina, sin embargo, las regulaciones aún son débiles o inexistentes. Se requiere con urgencia establecer normas de transparencia hídrica, límites al consumo industrial de agua en contextos de escasez, y mecanismos de participación ciudadana para la instalación de nuevas infraestructuras tecnológicas.

La universidad como actor crítico en la era digital

La universidad pública tiene un papel esencial en este debate. Como señala Vallaeys (2008), la responsabilidad social universitaria debe extenderse al análisis crítico de los impactos socioambientales del modelo de desarrollo dominante. En este sentido, la investigación sobre la huella hídrica de la IA debe incorporarse en los currículos de ciencias sociales, ambientales, tecnológicas y económicas.

Además, es indispensable que las universidades en especial las latinoamericanas se posicionen como espacios de resistencia epistemológica frente a las narrativas tecnocéntricas, y promuevan una ciencia abierta, democrática y comprometida con el cuidado de la vida y de los bienes comunes como el agua. En el contexto de una revolución tecnológica sin precedentes, marcada por el desarrollo de la Inteligencia Artificial y su creciente penetración en todas las esferas de la vida social, la universidad pública se encuentra interpelada en su misión histórica. Ya no basta con formar profesionales técnicamente competentes o generar conocimiento científico descontextualizado. Es imprescindible asumir un rol activo y crítico frente a los desafíos éticos, ambientales, económicos y culturales que plantea el uso intensivo de tecnologías emergentes, especialmente en lo relacionado con su huella ecológica.

La universidad, como institución social, debe posicionarse como conciencia crítica de la sociedad, capaz de anticipar los impactos del progreso tecnológico y proponer alternativas sostenibles y equitativas. Tal como lo plantea Boaventura de Sousa Santos (2009), es necesario superar la “monocultura del saber científico” y construir una ecología de saberes que permita integrar conocimientos técnicos con saberes populares, comunitarios, ancestrales y ambientales. En este marco, la crítica a la huella hídrica

de la IA no es una postura antitecnológica, sino una propuesta ética orientada a pensar un desarrollo verdaderamente humano y sostenible.

La academia frente a la huella hídrica de la IA: necesidad de investigación contextualizada

Uno de los principales retos es que la investigación sobre el impacto ambiental de la IA aún está concentrada en centros del norte global, mientras que en América Latina persiste una brecha de producción académica en este campo. Las universidades públicas tienen el deber de liderar investigaciones inter y transdisciplinarias que visibilicen los efectos locales de la infraestructura digital global.

Se requiere impulsar estudios empíricos sobre el consumo de agua de centros de datos instalados en países latinoamericanos, así como modelos alternativos de evaluación del impacto ambiental que integren variables sociales, ecológicas y territoriales. En este sentido, la vinculación universidad-sociedad juega un rol clave para recoger experiencias locales, denunciar posibles afectaciones comunitarias y proponer soluciones tecnológicas adaptadas a los contextos reales.

Formación de profesionales con conciencia ecológica y ética digital

Desde la docencia, las universidades deben repensar los currículos de ingeniería, informática, administración, economía, derecho y comunicación para incorporar contenidos sobre ética digital, sostenibilidad tecnológica, justicia ambiental, derechos digitales y gobernanza de datos. El futuro profesional no solo debe saber programar algoritmos, sino también comprender sus implicaciones sociales y ambientales.

La formación integral de los estudiantes debe incluir la capacidad de cuestionar críticamente las decisiones tecnológicas y su relación con los bienes comunes, como el agua. Como señala Vallaey (2008), la responsabilidad social universitaria implica formar ciudadanos éticos, solidarios y conscientes del mundo que habitan, capaces de tomar decisiones informadas y responsables desde cualquier campo profesional.

Vinculación con la comunidad y políticas públicas

La vinculación con la sociedad es otra dimensión fundamental. Las universidades no pueden mantenerse al margen del debate público sobre el uso del agua, la expansión de los data centers o la falta de transparencia de las empresas tecnológicas. Es su deber generar espacios de diálogo, observatorios académicos, informes técnicos y propuestas de regulación que orienten a los gobiernos y a la ciudadanía.

Asimismo, la universidad debe fomentar el desarrollo de una política científica crítica, al servicio del bien común, y no de los intereses de mercado. En este sentido, se vuelve urgente establecer alianzas con organizaciones sociales, ambientalistas y comunitarias que están trabajando en defensa del agua y de los territorios, así como articularse con gobiernos locales para impulsar normativas que garanticen el acceso equitativo y sustentable a los recursos hídricos.

Ejemplo para sus propias prácticas: digitalización y sostenibilidad institucional

Finalmente, la universidad también debe examinar su propia huella digital e hídrica. A medida que se digitalizan procesos académicos, administrativos y de investigación, también aumenta el uso de plataformas, almacenamiento en la nube y servidores, que indirectamente contribuyen al consumo energético e hídrico global.

Es indispensable que las instituciones de educación superior incorporen criterios de sostenibilidad en sus decisiones tecnológicas, adoptando políticas de compra responsable de servicios digitales, sistemas de almacenamiento locales, eficiencia energética, y monitoreo de su impacto ambiental. Ser coherentes en el discurso y en la práctica es parte fundamental de la transformación ética que el contexto actual exige.

CONCLUSIONES

El avance vertiginoso de la Inteligencia Artificial representa una de las transformaciones tecnológicas más significativas de nuestra era. Desde la automatización de procesos hasta la creación de contenido, la IA ha sido adoptada como símbolo del progreso contemporáneo. Sin embargo, este “progreso” tal como ha sido concebido y promovido por los grandes conglomerados tecnológicos no está exento de

contradicciones profundas. Entre ellas, se encuentra la creciente huella hídrica de las tecnologías digitales, una externalidad ambiental que ha sido sistemáticamente invisibilizada en los discursos triunfalistas sobre la Cuarta Revolución Industrial.

El consumo de millones de litros de agua para el entrenamiento y operación de modelos de IA generativa pone en entredicho el carácter supuestamente inmaterial, ecológico e inocuo de esta tecnología. La infraestructura que sostiene a la IA especialmente los centros de datos tiene un impacto tangible en territorios específicos, muchos de ellos ya afectados por la escasez hídrica, el cambio climático o la debilidad institucional para regular el uso de bienes comunes. Así, el progreso digital global se construye, en muchos casos, sobre desigualdades locales invisibles.

Este fenómeno constituye lo que algunos autores denominan una forma de neocolonialismo digital, donde los beneficios de la tecnología se concentran en el norte global o en grandes capitales tecnológicas, mientras los costos ambientales y sociales se externalizan hacia países del sur o zonas periféricas. La distribución desigual de los efectos del desarrollo tecnológico obliga a repensar las nociones dominantes de innovación, eficiencia y crecimiento, e invita a imaginar un paradigma de tecnologías justas, democráticas y sostenibles.

En este contexto, la universidad pública latinoamericana tiene un rol insustituible. No solo como generadora de conocimiento científico, sino como institución ética, política y cultural, comprometida con el cuidado de la vida y con la construcción de un pensamiento situado. Es necesario que la academia cuestione activamente las lógicas de producción y consumo de tecnologías emergentes, contribuyendo con alternativas que integren la sostenibilidad ambiental, la justicia social y la defensa de los bienes comunes.

El caso del consumo de agua por parte de la IA es solo una manifestación de un problema más amplio: la desconexión entre los discursos de innovación tecnológica y las realidades ecológicas del planeta. Mientras el marketing corporativo habla de inteligencia artificial responsable, miles de litros de agua se evaporan diariamente para mantener operativos algoritmos diseñados con fines comerciales, sin una reflexión ética proporcional a su impacto.

Por tanto, el debate sobre el agua y la IA debe formar parte de una discusión civilizatoria más profunda, que cuestione el modelo tecno-productivista y proponga una reorientación hacia un desarrollo centrado en la vida, el equilibrio ecológico y la equidad intergeneracional. Este debate no puede darse al margen de los territorios, ni sin la voz activa de las comunidades, los pueblos y las universidades que luchan por otro mundo posible.

La pregunta no es únicamente cuánta agua consume la Inteligencia Artificial, sino a quién afecta ese consumo, quién se beneficia de él, y cómo decidimos como sociedad regular y redistribuir los costos del desarrollo tecnológico. En esa respuesta se juega no solo el futuro de la sostenibilidad, sino también el sentido ético de nuestra convivencia en común.

Recomendaciones

Frente a los hallazgos y reflexiones expuestos en este artículo, se plantean a continuación un conjunto de recomendaciones estratégicas que apuntan a construir un modelo tecnológico más sostenible, justo y éticamente responsable. Estas recomendaciones no son exhaustivas, pero pretenden orientar la acción de diversos actores sociales, desde una perspectiva interdisciplinaria e intersectorial.

Para las universidades y centros de educación superior

- **Incorporar la sostenibilidad digital en los planes de estudio:**

Reformar los currículos de carreras como informática, ingeniería, administración, economía y comunicación, incluyendo asignaturas o módulos sobre sostenibilidad tecnológica, ética digital, justicia ambiental, gobernanza de datos y derechos digitales.

- **Fomentar líneas de investigación inter y transdisciplinarias:**

Apoyar tesis, seminarios, grupos de estudio y proyectos que analicen la huella ecológica de las tecnologías emergentes, especialmente en el contexto de América Latina. Esto incluye investigaciones sobre huella hídrica, energética y territorial de la infraestructura digital.

- **Crear observatorios universitarios de impacto ambiental digital:**

Establecer unidades o centros especializados que monitoreen, evalúen y comuniquen los impactos ambientales de los procesos de digitalización en el país o región. Estos observatorios pueden trabajar en alianza con gobiernos locales, ONGs y comunidades.

- **Adoptar prácticas institucionales de sostenibilidad digital:**

Evaluar la huella digital de la propia universidad (consumo energético, uso de plataformas, servidores, impresión, etc.) y establecer protocolos de eficiencia y uso responsable. Esto incluye también la compra ética de servicios tecnológicos.

- **Vinculación crítica con los territorios:**

Promover procesos de diálogo y aprendizaje conjunto con comunidades locales sobre el impacto de infraestructuras digitales, fomentando el respeto al territorio, al agua y a los derechos de la naturaleza.

Para los Estados y los gobiernos locales

- **Regular el consumo de agua en centros de datos:**

Establecer límites, condiciones técnicas y mecanismos de fiscalización del uso de agua por parte de centros tecnológicos, sobre todo en zonas con estrés hídrico.

- **Exigir transparencia hídrica y energética a las empresas tecnológicas:**

Incluir como requisito legal la publicación periódica de informes ambientales que detallen el uso de recursos naturales, las emisiones y el tipo de energía utilizada.

- **Condicionar la instalación de infraestructuras tecnológicas a criterios ambientales:**

Evaluar previamente el impacto territorial de los proyectos de data centers y establecer normas claras de consulta previa a las comunidades afectadas.

- **Impulsar incentivos para la innovación sostenible:**

Promover políticas públicas que favorezcan la investigación y desarrollo de tecnologías que reduzcan significativamente la huella hídrica, como sistemas de refrigeración alternativos, servidores de bajo consumo, e IA verde.

- **Fomentar la educación ambiental y digital desde edades tempranas:**

Incluir en la educación básica y media contenidos que sensibilicen sobre los impactos ambientales de la tecnología y promuevan un uso ético, responsable y consciente.

Para las empresas tecnológicas

- **Asumir compromisos reales con la sostenibilidad integral:**

No limitarse a estrategias de marketing o neutralidad de carbono, sino integrar acciones concretas para reducir la huella hídrica y energética, desde el diseño hasta la operación de sus sistemas.

- **Inversión en innovación ecoeficiente:**

Financiar el desarrollo de nuevas tecnologías de enfriamiento, almacenamiento de datos y procesamiento algorítmico que utilicen menos agua y energía, y explorar modelos de IA más ligeros y descentralizados.

- **Participación comunitaria y responsabilidad territorial:**

Antes de instalar un centro de datos, realizar procesos abiertos de información y consulta ciudadana. Respetar los derechos ambientales y sociales de las comunidades donde se asientan.

- **Rendir cuentas a la sociedad:**

Publicar reportes accesibles sobre sus impactos ecológicos y establecer mecanismos de auditoría independientes que validen sus prácticas ambientales.

Para la ciudadanía organizada y movimientos sociales

- **Exigir transparencia y regulación del desarrollo tecnológico:**

Reclamar el derecho a saber cuánta agua, energía y recursos naturales utilizan las grandes infraestructuras digitales que operan en el país.

- **Construir una ciudadanía tecnopolítica y ambientalmente consciente:**

Promover la formación de líderes comunitarios, estudiantes, defensores del ambiente y actores sociales que comprendan los vínculos entre tecnología, territorio y derechos.

- **Defender los bienes comunes desde una perspectiva integral:**

Articular luchas sociales por el agua, el territorio y los derechos digitales, reconociendo que el extractivismo tecnológico forma parte de una lógica de acumulación que debe ser cuestionada.

- **Tejer alianzas con la academia, gobiernos locales y medios independientes:**

Para incidir en la agenda pública y democratizar el debate sobre el modelo tecnológico, es fundamental establecer redes de colaboración que integren conocimiento, acción y comunicación estratégica.

Tabla: Recomendaciones estratégicas por actor clave

Actor clave	Recomendaciones
Universidades	Incluir sostenibilidad digital en los planes de estudio.
	Fomentar investigación inter y transdisciplinaria sobre la huella ecológica digital.
	Crear observatorios sobre impacto ambiental de las tecnologías digitales.
	Adoptar prácticas institucionales de sostenibilidad digital.
	Vincularse críticamente con los territorios y comunidades afectadas.
Gobierno y Estado	Regular el consumo de agua en centros de datos.
	Exigir transparencia hídrica y energética a las empresas tecnológicas.
	Condicionar la instalación de infraestructuras digitales a evaluaciones ambientales rigurosas.
	Incentivar la innovación en tecnologías ecoeficientes.
	Fomentar la educación ambiental y digital desde la escuela.
Empresas tecnológicas	Asumir compromisos reales con la sostenibilidad integral, más allá del marketing verde.
	Invertir en tecnologías de bajo consumo hídrico y energético.
	Realizar procesos de consulta previa y participación comunitaria en la instalación de data centers.
	Publicar reportes ambientales auditables y accesibles a la ciudadanía.
Ciudadanía organizada	Exigir regulación y rendición de cuentas del modelo tecnológico dominante.
	Promover una ciudadanía tecnopolítica y ambientalmente consciente.
	Articular luchas por el agua, el territorio y los derechos digitales.
	Construir redes con la academia, gobiernos locales y medios independientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '21)*, 610–623.
<https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Boaventura de Sousa Santos. (2009). *Una epistemología del sur: La reinención del conocimiento y la emancipación social*. CLACSO.
- Boff, L. (2012). *Sustentabilidad: Qué es y qué no es*. Editorial Sal Terrae.
- Cáceres, D. M., Hernández, V., & Soto, G. (2021). La crisis hídrica en Chile: ¿Una consecuencia del cambio climático o del modelo de gestión del agua? *Revista de Geografía Norte Grande*, (79), 139–160. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000100139>
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Yale University Press.
- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books.
- Floridi, L. (2019). *The Logic of Information: A Theory of Philosophy as Conceptual Design*. Oxford University Press.
- Gudynas, E. (2011). *Buen Vivir: Germinando alternativas al desarrollo*. América Latina en Movimiento.
<https://www.alainet.org/es/active/43608>
- Habermas, J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa*. Vol. II. Crítica de la razón funcionalista. Taurus.
- Harari, Y. N. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Debate.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan.
- Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI Editores.

- Li, Y., Xu, H., Wang, X., & Zhou, M. (2023). Water for Thought: Estimating the Water Footprint of Generative AI Models. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2304.03271>
- Maxigas. (2017). Hackers and the politics of technology: An exploration into the philosophy of hackers. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 21(2–3), 215–241.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sassen, S. (2022). *Expulsiones: Brutalidad y complejidad en la economía global*. Katz Editores.
- Shiva, V. (2010). *Las guerras del agua: Privatización, contaminación y lucro*. Icaria.
- The New York Times. (2022). A Google Data Center is Draining a Town's Water Supply. <https://www.nytimes.com/2022/08/06/technology/google-data-center-water.html>
- UNESCO. (2015). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Vallaey, F. (2008). *Responsabilidad Social Universitaria: Una nueva filosofía de gestión ética e inteligente para las universidades*. *Revista Educación Superior y Sociedad*, 13(2), 191–220