Artículo de reflexión

Trilogía
CIENCIA TECNOLOGÍA SOCIEDAD

Tecnopoiesis e inteligencia artificial: fundamentos teóricos, gobernanza y aplicaciones educativas*

Technopoiesis and Artificial Intelligence: Theoretical Foundations, Governance, and Applications in Education

David Alberto Castaño Aldana[1], Leydy Yohana Izquierdo Avella[2]

Resumen

El artículo examina las características dinámicas de la relación entre tecnología, conocimiento y educación a partir de la tecnopoiesis, analizada aquí conceptualmente, enfatizando en su dimensión cognitiva, como un marco que describe la externalización y la reorganización del procesamiento intelectual en sistemas técnicos. La metodología tiene un enfoque hermenéutico y conceptual que se sustenta en fuentes filosóficas, biológicas y pedagógicas contemporáneas, con el propósito de analizar tres ejes: la recursividad tecnológica de la inteligencia artificial y sus efectos de segundo orden en el aprendizaje; la sincronización cognitiva que homogeneiza ritmos, escalas y alineamientos educativos; y la función ética como inmunología social, entendida en tanto sistema de regulación y cuidado de la diversidad en el ecosistema educativo. Una de las consideraciones fundamentales del artículo es que la inteligencia artificial, además de ofrecer la posibilidad de ampliar las capacidades humanas, puede redefinir las condiciones mismas del pensamiento y la cooperación, lo que genera la exigencia de una gobernanza educativa que se encamine a lograr el equilibrio entre dependencia y autonomía en los procesos de aprendizaje. Se concluye que, en este contexto, el objetivo de la educación debe ser priorizar la plasticidad del sistema cognitivo, promoviendo una ética en la que se acople la humanidad y la tecnología y se oriente el uso de la inteligencia artificial hacia la sostenibilidad de la relación entre sujetos, instituciones y sistemas inteligentes.

Palabras clave: cognición distribuida, ética educativa, gobernanza tecnológica, inteligencia artificial en educación, tecnopoiesis.

Cómo referenciar

Castaño Aldana, D. A., & Izquierdo Avella, L. Y. (2026). Tecnopoiesis e inteligencia artificial: fundamentos teóricos, gobernanza y aplicaciones educativas. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 18*(38), art. e3705. https://doi.org/10.22430/21457778.3705

* Este artículo se deriva de una investigación independiente realizada por los autores como parte de su formación en el Doctorado en Ciencias de la Educación del Instituto de Posgrados de la Universidad de Cundinamarca. El estudio se inscribe en el Laboratorio de Investigaciones Doctorales en Educación de la misma universidad y no contó con financiación externa.

[1] Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia, dalbertocastano@ucundinamarca.edu.co
[2] Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia, lizquierdo@ucundinamarca.edu.co

Recibido: 14 de octubre de 2025 | **Aceptado:** 9 de febrero de 2026

CC BY NC SA
OPEN ACCESS

Abstract

This article examines the evolving relationship between technology, knowledge, and education through the lens of technopoiesis. Conceptually framed, technopoiesis is understood here, in its cognitive dimension, as a framework that describes how intellectual processing is externalized and reorganized within technical systems. Drawing on contemporary philosophical, biological, and pedagogical sources, the study adopts a hermeneutic and conceptual approach. It explores three dimensions: (i) the technological recursivity of Artificial Intelligence (AI) and its second-order effects on learning; (ii) its cognitive synchronization, which homogenizes educational rhythms, scales, and alignments; and (iii) its ethical function as a form of social immunology—that is, as a system for regulating and safeguarding diversity within the educational ecosystem. A key argument advanced here is that AI not only enhances human capabilities but also has the potential to redefine the very conditions of thought and cooperation. Consequently, new models of educational governance capable of balancing dependence and autonomy in learning processes are required. In this context, it is concluded that education should prioritize the plasticity of the cognitive system while promoting an ethics that integrates humanity and technology and guides the use of AI toward sustaining the relationship among individuals, institutions, and intelligent systems.

Keywords: distributed cognition, educational ethics, technological governance, artificial intelligence in education, technopoiesis.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la inteligencia artificial (IA) no es más un conjunto de herramientas, sino un entorno que modela los modos de conocer, aprender y convivir. Como consecuencia de esta transformación, es imperativa una revisión epistemológica de los procesos de aprendizaje en la que se considere que no se trata únicamente de incorporar dispositivos al aula, sino sobre todo de comprender cómo la vida se reconfigura con su uso. El presente artículo se centra en el concepto de *tecnopoiesis* como un marco analítico que posibilita examinar estas transformaciones generadas por la IA.

Las reflexiones que siguen están situadas entre la filosofía de la técnica, la biología de los sistemas vivos y la pedagogía contemporánea. El aprendizaje, en este contexto, se entiende como un fenómeno ecológico en el que hay una evolución conjunta de lo humano, lo institucional y lo tecnológico. A partir de estos presupuestos, el objetivo central del artículo es comprender las modificaciones en la relación entre cognición, medio y educación ocasionadas por la IA, y las implicaciones de gobernar esa relación sin perder autonomía ni diversidad.

Se considera imprescindible integrar la IA como un fenómeno tecnopoiético, es decir, en tanto proceso vital de producción mutua entre humanos y artefactos. Una forma de superar las visiones instrumentales de la tecnología es reconocer que esta cumple la tarea de configurar los entornos cognitivos y sociales, y analizar críticamente tanto su potencial para catalizar inteligencia colectiva como para generar dependencia funcional.

El texto sigue una metodología de enfoque hermenéutico y reflexivo, en el cual se articulan las fuentes teóricas recientes sobre IA educativa (Bessas et al., 2025; Nguyen & Truong, 2025; Turós et al., 2025) y las tradiciones biológicas y cibernéticas (Bateson, 1998; Clark, 2025; Maturana & Varela, 1998). A partir de este marco metodológico se analizan las nociones de cognición extendida, inteligencia colectiva y ética del acoplamiento humano con la tecnología.

El artículo se organiza en tres apartados: (1) fundamentos teóricos y epistemológicos de la tecnopoiesis; (2) gobernanza de la innovación tecnopoiética en educación; y (3) aplicaciones pedagógicas y diseño ético. El texto en su conjunto busca comprender la educación como un proceso que conserve y a su vez transforme las condiciones humanas atendiendo a su relación con la tecnología y considerando la necesidad de equilibrar en el aprendizaje la autonomía y la asistencia, y la sincronía y la diversidad.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS

Este apartado presenta el marco teórico y epistemológico de la tecnopoiesis y la sitúa en diálogo con la filosofía de la tecnología, la cognición extendida, el enactivismo y la biología de sistemas vivos. Se precisa el concepto y su especificidad frente a nociones cercanas, y se justifica su relevancia para pensar la relación entre IA, cognición y educación. Sobre esta base se introducen los ejes que articularán el resto del artículo: recursividad tecnológica, sincronización cognitiva y función ética de la IA en educación.

¿Qué es tecnopoiesis?

La tecnopoiesis, según Castaño Aldana (2018), designa el proceso vital mediante el cual los seres vivos externalizan estructuras, patrones y procesos biológicos, ampliando sus posibilidades de existencia. En su formulación original, este concepto describe cómo esa externalización hace posible la formación de metaorganismos o *sociedades-organismo* cuyas estructuras son las tecnologías producidas y cuyos patrones se encarnan en técnicas, artes, culturas y valores compartidos. Este artículo se centra en su dimensión cognitiva: la tecnopoiesis se entiende como el marco que permite describir la externalización y reorganización de operaciones como la memoria, el lenguaje, la atención o el juicio en artefactos y redes técnicas que, al estabilizarse, dejan de ser simples herramientas y se convierten en medios constitutivos del entorno cognitivo y social. Así, entendida como artefacto cognitivo externalizado, la IA deja de ser un accesorio periférico y se integra al proceso cognitivo conjunto, modulando ritmos, escalas y alineamientos colectivos.

Los artefactos tecnológicos han sido considerados por las tradiciones biológicas y filosóficas como productos culturales externos sin autonomía y capacidad de autogeneración (Cuevas Badallo, 2008; Gherab Martín, 2020; Márquez, 2020). Incluso los organismos modificados genéticamente no se interpretan usualmente como artefactos en sentido estricto, sino como sistemas vivos con componentes artificiales. Esta concepción instrumental que predomina en la modernidad separa la vida de la técnica, circunscribiendo la tecnología a un rol de medio subordinado a los fines humanos y negándole su contribución fundamental en los procesos vitales y cognitivos.

En las últimas décadas, los enfoques recientes en filosofía de la tecnología y antropología filosófica han difuminado esa frontera. Alonso Fernández (2018) y Liberati (2021) muestran que las tecnologías integradas al cuerpo, como prótesis o dispositivos de asistencia, generan formas híbridas o bioartefactos. De modo complementario, la noción de humano distribuido y de cognición extendida (Parente & Vaccari, 2019) sostiene que los artefactos, aunque no estén vivos, participan en la constitución de lo humano al modelar la percepción, la memoria y la acción. La tecnopoiesis recoge este giro y lo formula como una dinámica de externalización, estabilización y recursividad: lo técnico deja de ser un añadido y se convierte en dimensión constitutiva de la existencia, donde lo biológico y lo cultural se entrelazan y se reconfiguran mutuamente.

Tecnopoiesis y su lugar en el corpus teórico

La noción de tecnopoiesis se inscribe en la amplia tradición que ha pensado la relación entre vida y técnica, pero adquiere un relieve específico cuando se la sitúa frente a categorías cercanas como mediación técnica, artefactualización y coconstrucción tecnosocial. Estas nociones describen cómo los artefactos transforman la experiencia y la organización social; la tecnopoiesis desplaza el foco hacia los procesos mediante los cuales esas transformaciones se estabilizan en patrones de operación y de sentido.

La mediación técnica ha mostrado que los artefactos no solo amplifican capacidades, sino que además reconfiguran la percepción, acción y relación con el mundo. Esta mediación, si se analiza desde la perspectiva tecnopoiética, no es un efecto puntual de cada dispositivo, sino una parte de un tejido de acoplamientos que se repiten y definen un modo normal de ver, pensar y aprender.

En este contexto, la noción de artefactualización enfatiza en que recordar, calcular o coordinar son funciones que se externalizan y materializan en soportes técnicos. La tecnopoiesis toma esta noción interpretándola con recursividad: cada externalización genera nuevas dependencias al reordenar el sistema de prácticas que la produjo, por lo cual lo técnico no es un mero agregado externo de lo social, sino una de sus formas de continuidad histórica.

La coconstrucción tecnosocial enfatiza en que los humanos y las tecnologías se configuran mutuamente en redes de interacción donde las normas, las instituciones y los artefactos evolucionan juntos. La tecnopoiesis retoma esta construcción conjunta, pero la eleva a un nivel de segundo orden: no solo describe quién interactúa con qué dispositivo, sino cómo esos ensamblajes definen las condiciones de posibilidad de la experiencia, el conocimiento y la educación.

Con estas comparaciones, la tecnopoiesis puede entenderse como un concepto que integra aportes de la mediación, la artefactualización y la coconstrucción para pensar la vida cognitiva en entornos altamente tecnificados. Más que centrarse en efectos aislados de una herramienta, se interesa por el modo en que la recursividad técnica configura las condiciones mismas del aprendizaje y la enseñanza, cuestión que se desarrollará en los subapartados siguientes.

Vida, técnica y educación

Este trabajo articula dos tradiciones que suelen presentarse como divergentes: el enactivismo y la teoría de la mente extendida. El enactivismo sostiene que la cognición no consiste en representar internamente un mundo dado, sino en una actividad corporizada de sentido que emerge del acoplamiento dinámico organismo-entorno (Hutto & Myin, 2013; Varela et al., 2017). La mente extendida, por su parte, afirma que los procesos cognitivos desbordan cerebro y el resto del cuerpo al incorporar artefactos e infraestructuras técnicas como partes funcionales del sistema (Clark, 2008; Clark & Chalmers, 1998).

Lejos de oponerlas, se tratan en el presente artículo como enfoques complementarios: el enactivismo explica cómo se genera sentido en la interacción viva con el entorno, mientras que la mente extendida describe cómo ciertas configuraciones tecnológicas llegan a operar en tanto componentes estables de ese proceso. La tecnopoiesis se apoya en esta doble mirada: la externalización técnica no es un añadido instrumental, sino la sedimentación de acoplamientos enactivos que, al estabilizarse, constituyen los medios extendidos a través de los cuales se piensa, se aprende y se educa.

Los estudios recientes en materia de educación refuerzan esta idea. Por ejemplo, Nguyen y Truong (2025) muestran que los sistemas inteligentes asisten la cognición humana, pero sobre todo redistribuyen la percepción, el razonamiento y la decisión, propiciando espacios de interacción con agentes no humanos en los que se produce conocimiento. La IA es, entonces, un entorno ecológico para razonar y tomar decisiones; con su mediación se externalizan, estabilizan y transforman las operaciones mentales. Según Liu et al. (2025), su uso eficaz exige estrategias metacognitivas y de regulación ética, pues la mera exposición a estas herramientas no genera conciencia crítica sobre la delegación cognitiva ni sobre la coevolución humano-IA.

En este marco, la tecnopoiesis reformula la relación entre vida y artificio. El punto no es determinar si los artefactos están vivos, sino comprender cómo lo vivo y lo técnico se entrelazan para sostener la vida social, cognitiva y educativa. La educación se vuelve un espacio central de mediación entre lo biológico y lo técnico, donde se negocian formas de atención, memoria, lenguaje y decisión. La tecnopoiesis educativa implica, en consecuencia, gobernar el acoplamiento humano-máquina y discernir qué externalizar, cuándo y cómo hacerlo, a fin de preservar la autonomía del pensamiento y la diversidad de prácticas en un entorno cada vez más asistido por sistemas inteligentes.

Planteamiento: ¿qué cambia realmente con la IA? Del uso a la fusión

La irrupción de la IA está transformando la educación de un modo que no se deja captar solo contando herramientas u horas de uso. Aunque aquí se enfatiza en los modelos de lenguaje de gran escala (LLM), por su actual protagonismo en los procesos de lectoescritura académica, se considera el rol de la IA en tanto ecología diversa de agentes computacionales capaces de procesar información, identificar patrones complejos y generar respuestas adaptativas en entornos dinámicos.

Desde la perspectiva de la tecnopoiesis, la pregunta no es únicamente qué tareas pueden delegarse a los sistemas inteligentes, sino cómo se reconfigura el medio donde ocurre el aprendizaje: los ritmos

de trabajo, los tiempos de respuesta, los criterios de desempeño y las formas de cooperación entre actores. La IA deja de operar como ayuda puntual y se convierte en parte del entorno en el que estudiantes y docentes planifican, buscan información, escriben, evalúan y toman decisiones. La tesis central que guiará las secciones siguientes es que la IA no se añade al aprendizaje como un recurso más, sino como un entorno tecnopoiético que desplaza la unidad de análisis del usuario individual al acoplamiento humano-institución-tecnología, y obliga a repensar cómo se distribuyen capacidades, responsabilidades y modos de evaluación.

De artefacto a contexto: la recursividad tecnológica de la IA y sus efectos de segundo orden

El cambio decisivo que introduce la IA no es la acumulación de dispositivos, sino la transformación de su estatus: las tecnologías dejan de ser herramientas opcionales y se convierten en medios donde se organiza la vida cognitiva y social. Al estabilizar acciones como la escritura, el cálculo o la comunicación, la técnica pasa de ser un instrumento a ser una infraestructura invisible. Esta transformación es más rápida con la IA ejerciendo tareas de indagación, planificación, coordinación, escritura y evaluación.

La IA redefine, en este contexto, cómo se aprende, coopera y razona. En el estudio de Bessas et al. (2025) se evidencia que, en clases de Física, los asistentes conversacionales, además de facilitar la comprensión conceptual, transforman los hábitos de razonamiento y los criterios de verificación del conocimiento. Asimismo, según Adewale et al. (2024), se generan efectos de segundo orden como consecuencia de usar sistemáticamente la IA en programas de ciencia, tecnología e ingeniería (STEM, por sus siglas en inglés), de modo que se regularizan los ritmos de trabajo, se modifica la duración de las tareas y se pasa de la instrucción a la supervisión del proceso.

Estos hallazgos permiten distinguir entre impactos de primer orden, como aumento de velocidad, precisión y eficiencia, y efectos de segundo orden, más profundos y duraderos: dependencia adaptativa de determinadas infraestructuras, desplazamiento funcional de competencias como memoria, búsqueda y juicio hacia sistemas inteligentes, y sincronización cognitiva de ritmos y formatos de producción del conocimiento. Estos efectos terminan transformando lo que cuenta como aprender y como pensar en un entorno altamente asistido.

Cuando una institución adopta de forma sostenida plataformas educativas o tutores de IA, los ritmos, formatos y criterios de evaluación tienden a alinearse con su lógica. Se consolida así un umbral de medio: la herramienta deja de ser prescindible y se convierte en condición de posibilidad del ecosistema operativo. El aprendizaje ya no pertenece exclusivamente a sujetos individuales, sino al sistema relacional que los articula: humanos, normas, infraestructuras y sistemas inteligentes forman una unidad de funcionamiento cuyo equilibrio puede ser más o menos robusto.

Sincronización cognitiva: de redes sociales a «cognición asistida por IA» (ritmos, escalas, alineamientos)

La IA profundiza la sincronización iniciada por las redes sociales, unificando tiempos de respuesta, modos de atención y marcos de interpretación, lo que reduce la variabilidad y experimentación. Los medios dejan de ser canales neutros para convertirse en mecanismos de coordinación que orientan sobre lo que cuenta como intervención pertinente. Si las redes estandarizaron la atención mediante notificaciones —al respecto, Sampson (2012) identifica contagios afectivos que homogeneizan el deseo—, la IA amplifica este fenómeno al intervenir directamente en la memoria, el lenguaje y el juicio.

Desde la teoría de la cognición distribuida (Hollan et al., 2000), la sincronización es una propiedad estructural de los sistemas que integran las personas y los artefactos. Lévy (1997) describió la emergencia de inteligencias colectivas; inteligencias que crecen asistidas algorítmicamente con la IA generativa: los LLM tienden a imponer coherencia discursiva y a uniformar el estilo y la estructura del pensamiento.

La evidencia respalda esta tendencia: Turós et al. (2025) muestran que el uso de IA en tareas académicas produce estandarización cognitiva. A nivel micro, Gandolfi et al. (2023) describen cómo los interlocutores ajustan predicciones para mantener el flujo; en la interacción humano-IA, el usuario adapta su ritmo y lenguaje al patrón algorítmico, produciendo una cognición asistida en la que ambos polos se acoplan.

El fenómeno se despliega en tres dimensiones: los ritmos, en los que la inmediatez de las respuestas automáticas acorta la reflexión; las escalas, que facilitan la coordinación institucional, pero, según Magni et al. (2025), pueden disminuir la resonancia interpersonal en entornos mediados; y los alineamientos, dimensión en la cual la IA genera convergencias semánticas y normativas que favorecen la coherencia, pero reducen la diversidad al estrechar los márgenes de variación.

Ecológicamente, esto configura la «inteligencia conectada» de De Kerckhove (1997). En el aula, esta conectividad puede elevar la coherencia, pero restringir la flexibilidad adaptativa. Galesic et al. (2023) advierten que los sistemas sostenibles deben conservar márgenes de variación. Por tanto, el reto pedagógico no es evitar la sincronización, sino modularla mediante una desincronización controlada: escalonar plazos, rotar roles o programar espacios sin IA, favoreciendo una armonía dinámica que no derive en uniformidad estéril.

DIAGNÓSTICO Y GOBERNANZA DE LA INNOVACIÓN TECNOPOIÉTICA

Esta sección analiza cómo evaluar y gobernar los acoplamientos entre humanos, instituciones y sistemas de IA desde la perspectiva de la tecnopoiesis. Se precisan los fines educativos en clave tecnopoiética y los roles de estudiantes, docentes e instituciones dentro del ecosistema humano-IA; se analiza la ambivalencia de la innovación tecnológica, capaz de amplificar la inteligencia colectiva y, al mismo tiempo, generar dependencia funcional y cierres infraestructurales; y se introducen indicadores heurísticos de salud tecnopoiética, articulados con criterios cualitativos de evaluación. Sobre esta

base se propone una pedagogía del equilibrio que orienta la gobernanza y el diseño de aula para conservar la capacidad de improvisar, reparar y reaprender cuando las condiciones técnicas cambian.

Cómo entender la educación y cuáles son sus fines

En una perspectiva tecnopoiética, la educación no se reduce a transmitir contenidos ni a integrar herramientas digitales. Forma parte de los procesos vitales mediante los cuales un metaorganismo compuesto por humanos, instituciones y tecnologías conserva su patrón de funcionamiento y, a la vez, lo transforma para adaptarse a un entorno cambiante. La educación se comprende así como proceso ecológico de regulación del patrón común, capaz de sostener continuidad y generar variación.

Educación como conservación y transformación del patrón

Si asumimos que la sociedad es un metaorganismo tecnopoiético, la educación aparece como uno de sus procesos vitales de autorregulación, encargado de conservar un patrón común de funcionamiento y, al mismo tiempo, de transformarlo para adaptarse a un entorno cambiante. Enseñar y aprender significa mantener vivo ese patrón común de lenguajes, valores, prácticas y formas de coordinación que hace posible la cooperación entre humanos y tecnologías, pero también abrirlo a la novedad, la crítica y la invención. De este modo, la educación opera como mecanismo de estabilidad y, simultáneamente, como espacio de mutación creativa. Esta dualidad se relaciona con la distinción propuesta por Biesta (2010) entre socialización y subjetivación: educar significa pertenecer y volverse singular a la vez.

Desde esta perspectiva, la IA no disminuye la necesidad de educación, sino que la intensifica. Al incorporarse al medio, reconfigura qué se conserva y qué se transforma. No basta con dominar las herramientas, es necesario entender cómo reconfiguran el entorno cognitivo y qué decisiones de externalización afectan la autonomía del sistema educativo. Como subrayaba Dewey (2008), educar es reconstruir continuamente la experiencia colectiva, y, en clave tecnopoiética, esa reconstrucción incluye hoy las redes técnicas que sostienen el pensamiento, la comunicación y la convivencia.

Fines educativos en clave tecnopoiética

Castaño Aldana (2018) propone entender los fines de la educación en términos de conservación del patrón común y transformación creativa del entorno. Se retoma aquí esta formulación, situándola en el contexto de los acoplamientos con la IA.

En primer lugar, la educación cumple un fin conservador o social: asegura la continuidad de lenguajes compartidos, normas básicas de cooperación y códigos simbólicos que permiten reconocerse como parte de una comunidad. Aprender implica adquirir fluidez en esa «gramática» del ecosistema humano-técnico. Siguiendo a Bourdieu (1977), este patrón puede entenderse como un *habitus* colectivo que estructura las disposiciones cognitivas y simbólicas de los sujetos dentro del sistema educativo. Esta conservación no equivale a una reproducción acrítica: exige leer el medio técnico, identificar sus supuestos y evaluar sus efectos.

En segundo lugar, el fin de la educación es transformador o subjetivador, ya que no se limita a la integración de los sujetos en un orden establecido, sino que propicia una nueva perspectiva para cuestionar y diseñar de otra forma las mediaciones técnicas y sociales. A partir de esta formulación, educar es posibilitar una agencia situada, fomentar las capacidades de acción en los procesos reales, resignificar problemas y configurar otros modos de experimentar las soluciones. En este contexto, la tecnopoiesis permite que se participe en la generación de nuevas infraestructuras de la vida colectiva conservando un patrón común.

En consecuencia, los fines de la educación en clave tecnopoiética trazan un marco normativo para la innovación con IA: además de decidir qué automatizar, se trata de examinar si la automatización potencia el mantenimiento crítico del patrón y la capacidad de transformarlo.

Roles educativos en un ecosistema humano con IA

Con la IA los roles no desaparecen, pero se redistribuyen. El estudiante pasa de receptor a agente de contexto: no solo aprende contenidos, sino que configura sus entornos, modula la asistencia de la IA y cuestiona las respuestas automáticas. Esta redistribución, definida por Latour (2005) como delegación de agencia, conlleva una transformación de las tareas humanas por el uso de los artefactos. El reto educativo es equilibrar esta delegación sin diluir la responsabilidad pedagógica ni la agencia del aprendiz.

El docente se transforma en diseñador y regulador de acoplamientos, orquestando entornos híbridos y alternando el trabajo con y sin IA para preservar la práctica interna. Como evidencian Turós et al. (2025), los tutores inteligentes fomentan la autonomía estudiantil cuando el docente ejerce su rol regulador, acudiendo alternativamente a los medios humanos y los artificiales para propiciar la plasticidad educativa.

Una institución que sea un tejido del metaorganismo elabora marcos normativos y políticas que garanticen la diversidad en el aprendizaje para que no se debilite la autonomía colectiva con la automatización. En este sentido, si se logra un equilibrio entre estabilidad y apertura, se impide el monopolio de la infraestructura técnica sobre los ritmos y criterios del aprendizaje.

Considerando que los sistemas vivos perduran al conservar su organización mientras cambia su estructura (Maturana & Varela, 1998), el fin de la redistribución no es la sustitución, sino la interdependencia. Así, en la escuela tecnopoiética la coherencia del aprendizaje se conserva mientras se adaptan sus mediaciones.

Innovación positiva y negativa y sus riesgos

Desde una perspectiva tecnopoiética, la innovación con IA es un proceso ambivalente, pues así como posibilita de forma inusitada la cooperación y la inteligencia colectiva, también genera riesgos de dependencia estructural, puede atrofiar las capacidades humanas y afectar los fines educativos.

La innovación positiva propicia la capacidad de coordinar acciones distribuidas. En los entornos técnicos grupales de escritura o verificación, el aprendizaje se distribuye y se logran desempeños

difícilmente alcanzables de forma aislada. En estos entornos, la IA cataliza la simbiosis cognitiva: posibilita el surgimiento de pensamientos y acciones que en solitario no podrían suceder.

No obstante, la autonomía se puede afectar si no se presenta con cuidado esta dinámica que ofrece la IA. Si la externalización de funciones (búsqueda, redacción) es sostenida, la práctica interna de comprensión y juicio disminuye. Se inicia así una cadena recursiva: la externalización lleva a la estandarización, generando un estado basal donde el sistema se acostumbra al mínimo esfuerzo. Si esto se prolonga, se produce pérdida de flexibilidad y aumento del bloqueo o *lock-in*.

El estado basal aparece cuando la asistencia es tal que practicar sin ella parece innecesario, volviendo al sistema frágil ante cambios del entorno. Aquí la innovación se vuelve negativa: deja de aumentar la capacidad tecnopoiética y comienza a restringirla. La escuela actúa entonces como un organismo que ha delegado funciones vitales, perdiendo capacidad de improvisar o reaprender si las condiciones se alteran.

Esta ambivalencia es un rasgo estructural de la recursividad tecnológica: cada ciclo reorganiza el ecosistema y condiciona los futuros. La gobernanza debe identificar qué innovaciones expanden la inteligencia colectiva sin erosionar la práctica interna, distinguiéndolas de aquellas que comprometen la autonomía funcional del sistema.

Indicadores heurísticos de salud tecnopoiética

Para gobernar la innovación con IA no basta con describir casos ejemplares o formular principios generales. Se requieren instrumentos para observar cómo evoluciona el acoplamiento entre humanos, instituciones y tecnologías. Aquí se proponen cuatro indicadores heurísticos de salud tecnopoiética: caída de desempeño sin IA (ΔSINIA), índice de *offloading* (IO), concentración de plataforma (CP) y tiempo de recuperación (TR). No son métricas estandarizadas, sino herramientas conceptuales para identificar patrones de dependencia o flexibilidad.

ΔSINIA retoma la idea de mente extendida y la literatura sobre externalización de funciones cognitivas: si parte del pensamiento se realiza en artefactos, la dependencia se estima observando qué ocurre cuando esos soportes se retiran. El IO recoge la noción de *offloading cognitivo*, según la cual las tareas como recordar, buscar, decidir o planificar se delegan en dispositivos externos, y la conecta con la tecnopoiesis como proceso de externalización y estabilización de operaciones. La CP se inspira en los análisis de *lock-in* y concentración en estudios de plataformas digitales, reinterpretada como indicador de diversidad técnica. El TR retoma la ecología y la teoría de sistemas, en la que la resiliencia se mide por la capacidad de recuperar el funcionamiento tras una perturbación.

Estos indicadores no se aplican a individuos aislados, sino a acoplamientos. No buscan etiquetar estudiantes o docentes, sino ofrecer señales sobre el estado del metaorganismo humano–institución–tecnología y su capacidad de sostener prácticas internas cuando el medio técnico varía. Tampoco fijan umbrales rígidos: proporcionan referencias para comparar situaciones y detectar tendencias de dependencia o flexibilidad.

De forma sintética, ΔSINIA estima cuánto se reduce el rendimiento de un grupo o tarea cuando se retira la asistencia de la IA, comparando resultados con y sin apoyo algorítmico; las caídas pequeñas sugieren capacidades internas activas, mientras que los descensos pronunciados señalan dependencia creciente. El IO observa qué proporción de funciones clave del aprendizaje, como búsqueda, síntesis, escritura o planificación, se delega sistemáticamente en sistemas de IA, identificando cuándo la externalización deja poco espacio a la práctica interna. La CP mide el grado en que una institución, un programa o un curso depende de un único proveedor, modelo o plataforma, y alerta sobre el riesgo de *lock-in* cuando la diversidad de medios se reduce. El TR evalúa cuánto tarda un grupo en recuperar un nivel de desempeño aceptable tras un cambio de modelo, plataforma o configuración técnica: los tiempos cortos indican flexibilidad adaptativa; los periodos prolongados, fragilidad ante la perturbación del medio.

Estos indicadores permiten pasar de una preocupación genérica por los riesgos de la IA a un diagnóstico más fino sobre cómo la innovación afecta la conservación y transformación del patrón educativo.

Evaluación y salud del sistema educativo

Evaluar implica ir más allá de los resultados inmediatos para observar la capacidad del sistema de conservar su plasticidad y coherencia. No basta con preguntar qué aprendieron los estudiantes, sino que es necesario además evaluar qué aprendizaje persiste cuando la IA se modifica o retira. La salud del sistema se mide por su habilidad para seguir aprendiendo en condiciones cambiantes.

Los indicadores ΔSINIA, IO, CP y TR ofrecen una aproximación cuantitativa a la dependencia o flexibilidad, pero adquieren sentido al articularse con criterios cualitativos sobre los fines tecnopoiéticos:

- Alfabetismo del patrón: es el grado en que se comprende el «lenguaje» y los supuestos del ecosistema humano-IA. Un entorno puede mostrar una ΔSINIA moderada pero revelar bajo alfabetismo si la mejora depende de automatismos incomprendidos. Si el alfabetismo es alto, una eventual caída de rendimiento al retirar la IA se compensa con la capacidad para analizar y redistribuir las operaciones externalizadas.
- Agencia situada: evalúa si los actores intervienen en procesos reales de su contexto, usando la IA para redefinir problemas y no solo resolver tareas escolares. Un IO elevado puede indicar creatividad si refleja un uso deliberado para explorar alternativas, pero es síntoma de atrofia si la delegación se limita a entregar decisiones sin transformar la relación con el entorno.
- Pertinencia tecnológica: la selección de tecnologías debe responder a la conservación y transformación del patrón, no a la moda. Una CP muy alta puede coincidir con momentos de alto rendimiento, pero suele indicar que la pertinencia se ha subordinado a la comodidad o al *lock-in.*
- Coordinación colaborativa: es la capacidad de trabajar en sincronía sin perder diversidad. El TR es elocuente aquí, ya que si la colaboración se desorganiza ante cambios de herramienta, se evidencia que la coordinación descansaba más en la estabilidad técnica que en las habilidades relacionales y metacognitivas del grupo.

Estos criterios permiten leer los indicadores como señales y no como fines. La evaluación tecnopoiética no es una batería estandarizada, sino un marco para que escuelas y docentes observen sus acoplamientos con la IA, preguntándose qué prácticas se conservan, cuáles se atrofian y qué capacidades emergen o quedan desplazadas.

Hacia una pedagogía del equilibrio

Si la salud tecnopoiética del sistema educativo se juega en la capacidad de conservar y transformar el patrón sin quedar atrapado en la dependencia del entorno técnico, la tarea pedagógica consiste en aprender a modular los acoplamientos con la IA. No se trata de elegir entre aceptación entusiasta o rechazo total, sino de construir una pedagogía del equilibrio que combine automatización y fricción, sincronía y desajuste, delegación y práctica interna. El horizonte no es maximizar el uso de la IA, sino sostener una educación capaz de leer críticamente el patrón común y de intervenir en él.

Una primera estrategia consiste en alternar de forma deliberada trabajo con y sin IA. Diseñar secuencias en las que una misma tarea se realiza primero con asistencia algorítmica y luego sin ella, o a la inversa, permite observar qué operaciones se están externalizando y cuáles conviene reactivar en la práctica interna. Esta alternancia hace visible el *offloading* y ofrece insumos para ajustar los indicadores ΔSINIA e IO.

Una segunda estrategia se orienta a introducir momentos intencionales de fricción: espacios de trabajo sin conexión, consignas que exigen reconstruir argumentos a partir de notas propias, discusiones en las que la IA solo se consulta al final. Lejos de ser retrocesos tecnológicos, estas pausas funcionan como ventanas de recapitulación y refinamiento que fortalecen la autonomía cognitiva y contribuyen a acortar el tiempo de recuperación observado por el TR.

Una tercera vía enfatiza en la diversidad tecnológica. Frente al riesgo de *lock-in*, la escuela puede promover el uso de distintos modelos y plataformas para tareas similares, comparando sus sesgos, formatos y formas de interacción. Esta diversidad alimenta la reflexión sobre la pertinencia de cada herramienta, disminuye la CP efectiva y recuerda que el entorno técnico no es definitivo, sino un conjunto de acoplamientos revisables.

Finalmente, la rotación de roles cognitivos refuerza la agencia y distribuye la carga de decisión. Mapas de roles y relevos donde algunos estudiantes se encargan de dialogar con la IA, otros de validar fuentes y otros de sintetizar y reescribir permiten experimentar distintos modos de acoplamiento. Con la rotación periódica de estas funciones, se evita el monopolio de la IA en los procesos de adquisición de conocimientos y el grupo aprende a gobernar colectivamente la mediación tecnológica.

Es pertinente asimilar estas estrategias como ejemplos, no como pautas inmodificables, de una pedagogía del equilibrio tendiente a preservar la plasticidad del metaorganismo educativo. Así, la educación tiene el propósito de modular acoplamientos, ajustando, incluso interrumpiendo, si es necesario, y redistribuyendo la asistencia algorítmica para ampliar la inteligencia colectiva por medio de la innovación, sin reemplazar la capacidad humana de improvisar, corregir y reaprender.

APLICACIONES PEDAGÓGICAS Y DISEÑO ÉTICO

En este aparado se analiza de qué forma los principios tecnopoiéticos pueden guiar las prácticas pedagógicas y las decisiones éticas en ámbitos educativos específicos, evaluando la conservación y transformación del patrón educativo con la modulación de la IA a través de configuraciones de aula y estrategias institucionales. No es una propuesta exhaustiva de técnicas, sino una muestra de prototipos que en situaciones de aprendizaje pueden equilibrar la automatización, la crítica y la autonomía.

Alcance y contexto de aplicación

El contexto de la educación secundaria, media y superior es en el que se articulan los dispositivos y orientaciones, enfatizando en la formación docente y en los programas que utilizan plataformas digitales. La infraestructura requerida es mínima: acceso intermitente a red, disponibilidad de equipos compartidos y posibilidad de organizar trabajo colaborativo.

Lo que se propone es adaptable, pues cada dispositivo admite versiones «ligeras» para entornos con recursos limitados (uso de papel, trabajo *offline*) y versiones intensivas para instituciones con acceso estable a modelos de IA. El criterio no es incorporar más tecnología, sino modular su presencia en clave tecnopoiética: conservar críticamente el patrón común y fortalecer la capacidad de transformarlo.

Considerando los indicadores heurísticos mencionados, el fin de los dispositivos es verificar el nivel de externalización cognitiva, la dependencia de plataformas y el tiempo de recuperación ante cambios, para hacer que los diagnósticos se conviertan en oportunidades de reflexión y ajuste pedagógico.

Dispositivos pedagógicos tecnopoiéticos

Rúbrica «Conserva y transforma»

La rúbrica «Conserva y transforma» evalúa de qué manera un proyecto, secuencia o producto de aprendizaje contribuye simultáneamente a conservar el patrón común y a transformar el contexto de manera situada.

La rúbrica se organiza en dos ejes. El primer eje es conservador y examina de qué forma se favorece el dominio del lenguaje común y la lectura crítica del entorno técnico. El segundo eje es transformador y busca revisar si con la experiencia se cuestiona el estado de cosas, se resignifican los problemas y se proponen mediaciones novedosas entre humanos y tecnologías.

El esquema propuesto es sencillo, no una escala detallada, y tiene tres niveles (bajo, medio, alto) adaptables por los docentes y los estudiantes. La conversación a la que invita el esquema es lo más relevante, a fin de comprender los elementos de la práctica sobre los que no se ha reflexionado, los márgenes de trasformación existentes y la relación con la IA de las decisiones tomadas. De este modo, la rúbrica cumple la función de un dispositivo de metaevaluación para ajustar la práctica a los fines tecnopoiéticos, esto es, lograr que la innovación no se limite al uso de herramientas sino que conlleve, además, revisar el patrón educativo reproducido.

Bitácora de offloading

La bitácora de *offloading* sirve para efectuar una traducción cualitativa del índice de IO. Además de verificar cuánto se delega, propicia que se narre esa delegación para conocer las tareas que se externalizan, la ayuda requerida y la forma en que se afecta la comprensión y la autonomía.

La bitácora puede materializarse en un cuaderno físico, un documento compartido o un formulario breve. Cada registro recoge tres elementos: la tarea abordada, el tipo de apoyo recibido (búsqueda, redacción, planificación, etc.) y una breve reflexión sobre lo aprendido y lo que pudo dejar de practicarse por dicha asistencia.

Más que producir datos, la bitácora crea un espacio de conciencia. Al revisarla colectivamente, el grupo puede identificar patrones de delegación excesiva o usos creativos. Esta práctica complementa el IO: allí donde el indicador sugiere un valor elevado, la bitácora permite distinguir si se trata de una dependencia empobrecedora o de una externalización que abre nuevas posibilidades.

Tareas de doble vía (con IA y sin IA)

Las tareas de doble vía permiten observar pedagógicamente la ΔSINIA y el TR. Consisten en plantear un mismo desafío en dos momentos: uno asistido por IA y otro realizado sin sistemas inteligentes, atendiendo al proceso y al resultado.

Por ejemplo, se le puede pedir al grupo que elabore primero un texto o esquema con apoyo de un modelo de lenguaje, y, en otra sesión, abordar una tarea similar sin IA, apoyándose solo en recursos propios y trabajo en equipo. En ambos casos se registran tiempos, dificultades, calidad y sensaciones de comprensión.

Comparar ambas vías permite discutir dónde la IA facilita u homogeneiza y qué comprensión se pierde al retirarla. De este modo, ΔSINIA y TR se convierten en experiencias compartidas que alimentan la reflexión sobre qué conviene externalizar, cuándo y con qué repercusiones para la vida cognitiva del grupo.

Mapa de roles y relevos

El mapa de roles responde al interés por la coordinación colaborativa y por evitar que la IA ocupe siempre el mismo lugar. En vez de asignar para todos la misma relación con la tecnología, la actividad distribuye funciones complementarias que rotan periódicamente.

En un proyecto de investigación, por ejemplo, un grupo puede organizarse de modo que una persona actúe como curadora de información (selecciona fuentes), otra como diseñadora de *prompts* (define preguntas al modelo), otra como verificadora crítica (evalúa la plausibilidad de las respuestas) y otra como integradora. En sesiones posteriores, los roles se redistribuyen para experimentar diferentes acoplamientos.

Este dispositivo visualiza la red de responsabilidades humanas que sostiene el trabajo con sistemas inteligentes y evita que la automatización sea un actor invisible. A su vez, fortalece la agencia situada: al rotar roles, los estudiantes aprenden a tomar decisiones sobre la tecnología en lugar de limitarse a seguir sus sugerencias.

Ética como inmunología social y diseño institucional

Siguiendo a Castaño Aldana (2018), la ética se concibe aquí como un proceso biológico de «inmunología social» que protege la identidad y regula los acoplamientos humano-tecnología. En entornos asistidos por IA, esta perspectiva permite seleccionar qué delegaciones cognitivas son admisibles y proteger la diversidad de pensamiento. Como plantea Esposito (2002), la *immunitas* no es aislamiento, sino una protección que implica exposición; y según (Sloterdijk, 1998, 2003, 2004), las esferas culturales funcionan como dispositivos inmunológicos de convivencia. La ética, entonces, no opera como límite externo, sino como cuidado del ecosistema educativo.

Frente a las éticas de la prohibición, esta visión considera la exposición como condición vital. No se trata de evitar la IA, sino de diseñar acoplamientos que fortalezcan la autonomía. Al respecto, son valiosos los siguientes aportes conceptuales: la noción de comunidad que sostiene la diferencia (Nancy, 1986), una ética de la comprensión ligada a la interdependencia (Morin, 1999) y la sabiduría ética entendida como práctica situada (Varela, 1999). Estos enfoques desplazan la enseñanza de normas hacia la creación de condiciones para experimentar y reflexionar ante sistemas inteligentes.

Institucionalmente, esto implica la generación de acuerdos como cartas de derechos y contratos de trazabilidad. Según Burriss et al. (2024), un enfoque participativo para diseñar una carta de derechos de la IA con jóvenes refuerza su agencia y su conciencia ética. Adewale et al. (2024) señalan que la educación ética más efectiva se da con las experiencias guiadas de exposición al error y la incertidumbre, más que con las normas. Por su parte, para Nguyen y Truong (2025), es fundamental la reflexividad sobre el diseño tecnológico, evaluando la IA por su capacidad de ampliar la deliberación y autonomía moral.

Teniendo en cuenta los principios precedentes, es posible formular una política mínima en el aula en la que haya un compromiso con la privacidad y trazabilidad; diversos modelos con los que se eviten los monopolios; momentos sin IA como fricción conveniente; exigencia de originalidad estructural; y atención a la equidad funcional. Con estas orientaciones, el debate ético se concreta en la práctica haciendo efectivos unos principios reguladores con los cuales la innovación no puede afectar la capacidad de aprender colectivamente en entornos mediados por sistemas inteligentes.

CONCLUSIONES

Para responder a la pregunta, con la que se inició el texto, por aquello que la presencia de la IA ha modificado en la educación, fue necesario cambiar una mirada enfocada en las herramientas por una comprensión ecológica de los acoplamientos entre vida, instituciones y tecnologías. Con la perspectiva conceptual de la tecnopoiesis, la IA no es un añadido sino un espacio de recursividad tecnológica en el que se define cómo se genera, conserva y transforma el conocimiento.

El primer aporte del texto se dio al reformular la tecnopoiesis con el propósito de analizar la educación en la era de la IA, articulando el enactivismo y la mente extendida en un mismo proceso. Se expuso que el enactivismo explica la generación de sentido y la mente extendida su estabilización en redes técnicas. Con estos presupuestos, la IA no se interpreta en cuanto sistema inteligente, sino en tanto fase intensificada de externalización que configura a su modo ritmos, escalas y ajustes del aprendizaje, además de las formas de dependencia del sistema educativo.

El segundo aporte fue la propuesta de cuatro indicadores heurísticos: ΔSINIA, IO, CP y TR, los cuales no son métricas cerradas, sino instrumentos conceptuales que posibilitan el diagnóstico de la dependencia, delegación y resiliencia, para evaluar el influjo de la innovación en la autonomía y capacidad de recuperación del ecosistema educativo.

El tercer aporte del texto fue la materialización de los marcos conceptuales en dispositivos concretos: la rúbrica «Conserva y transforma», la bitácora de *offloading*, las tareas de doble vía, el mapa de roles y la política mínima de aula. Con la creación de estos dispositivos, la tecnopoiesis excede la mera limitación descriptiva de procesos macro, para servir en el diseño de prácticas con las que se verifican la distribución de las operaciones cognitivas entre estudiantes, docentes e IA, equilibrando la conservación del patrón educativo y su transformación.

El cuarto aporte expone una ética del acoplamiento que sirve de inmunología social y lleva la discusión de las prohibiciones abstractas al diseño de condiciones de cuidado. Con este acoplamiento se reconocen señales de salud e inmunodeficiencia, como la capacidad de conservar el desempeño y abrirse a la diversidad, frente a la dependencia frágil de una única plataforma. Estos principios de «cuidar y permitir ser» orientan tanto las políticas institucionales como los acuerdos de aula.

Quedan abiertas líneas de trabajo empíricas para probar los indicadores en distintos contextos y comparar estrategias de gobernanza. En el plano normativo, convendrá explorar el diálogo con regulaciones de datos y políticas públicas. Más que recetas definitivas, este artículo invita a asumir que la IA ha hecho visible una tarea histórica: cuidar y rediseñar, de manera consciente y compartida, los acoplamientos entre vida y técnica de los que depende la posibilidad de aprender juntos.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés que puedan haber influido en la elaboración, interpretación o publicación del presente artículo. Ninguno de los autores mantiene relaciones personales, académicas, laborales o financieras que puedan ser percibidas como influencias indebidas sobre el contenido o los resultados de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

David Alberto Castaño Aldana participó en la conceptualización teórica del estudio, en la formulación del enfoque tecnopoiético aplicado al análisis de la inteligencia artificial y en la redacción principal de los apartados relacionados con los fundamentos epistemológicos, la sincronización cognitiva y la educación como proceso de conservación y transformación del patrón.

Leydy Yohana Izquierdo Avella contribuyó al diseño metodológico y documental del trabajo, en la revisión y selección de la literatura reciente sobre inteligencia artificial en educación, en la discusión ética y pedagógica del texto, y en la revisión crítica y edición final del manuscrito.

Ambos autores revisaron y aprobaron la versión final del artículo, asumiendo conjuntamente la responsabilidad por su contenido intelectual y garantizando la integridad académica del trabajo.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Los autores declaran que durante la preparación del presente manuscrito se utilizó la herramienta ChatGPT (modelo GPT-5, OpenAI) exclusivamente para apoyar procesos de redacción académica y verificación de estilo, así como para la traducción al inglés del resumen y las palabras clave.

Todos los resultados generados por la inteligencia artificial fueron supervisados, editados y verificados por los autores, quienes asumen plena responsabilidad sobre la precisión, originalidad y rigor académico del manuscrito.

REFERENCIAS

Adewale, M. D., Azeta, A., Abayomi-Alli, A., & Sambo-Magaji, A. (2024). Impact of artificial intelligence adoption on students' academic performance in open and distance learning: A systematic literature review. *Heliyon*, *10*(22), art. e40025. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40025

Alonso Fernández, M. (2018). *Organon*: hacia una comprensión de la técnica como parte de la vida. *Hybris Revista de Filosofía*, *9*(1), 35-61. https://doi.org/10.5281/zenodo.1256141

Bateson, G. (1998). *Pasos hacia una ecología de la mente*. Gedisa.

Bessas, N., Tzanaki, E., Vavougios, D., & Plagianakos, V. P. (2025). Comparative analysis of ChatGPT and Gemini: Implications for junior high school physics education: Opportunities and ethical challenges. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, *5*(1), 7-18. https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.1.3610

Biesta, G. J. J. (2010). *Good Education in an Age of Measurement: Ethics, Politics, Democracy*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315634319

Bourdieu, P. (1977). *Outline of a Theory of Practice* (R. Nice, Trad.). Cambridge University Press.

Burriss, S. K., Hutchins, N., Conley, Z., Deweese, M. M., Doe, T., Eeds, A., Villanueva, A., Ziegler, J., & Oliver, K. (2024). Redesigning an AI Bill of Rights with/for young people: Principles for exploring AI ethics with middle and high school students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *7*, art. 100317. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100317

Castaño Aldana, D. A. (2018). *Tecnopoiesis: Una perspectiva biológica de la tecnología* [Tesis de doctorado]. Universidad Central de Nicaragua. https://repositorio.ucn.edu.ni/id/eprint/102

Clark, A. (2008). *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195333213.001.0001

Clark, A. (2025). Extending minds with generative AI. *Nature Communications*, *16*(4627), 1-4. https://doi.org/10.1038/s41467-025-59906-9

Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, *58*(1), 7-19. https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7

Cuevas Badallo, A. (2008). Los bioartefactos: Viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional. *Argumentos de Razón Técnica*, (11), 71-96. https://revistascientificas.us.es/index.php/argumentos/article/view/22682

De Kerckhove, D. (1997). *Connected Intelligence: The Arrival of the Web Society*. Somerville House.

Dewey, J. (2008). Democracy and education. *Schools: Studies in Education*, *5*(1/2), 87-95. https://doi.org/10.1086/591813

Esposito, R. (2002). *Immunitas: The Protection and Negation of Life*. Polity Press.

Galesic, M., Barkoczi, D., Berdahl, A. M., Biro, D., Carbone, G., Giannoccaro, I., Goldstone, R. L., Gonzalez, C., Kandler, A., Kao, A. B., Kendal, R., Kline, M., Lee, E., Massari, G. F., Mesoudi, A., Olsson, H., Pescetelli, N., Sloman, S. J., Smaldino, P. E., & Stein, D. L. (2023). Beyond collective intelligence: Collective adaptation. *Journal of the Royal Society Interface*, *20*(200), art. 20220736. https://doi.org/10.1098/rsif.2022.0736

Gandolfi, G., Pickering, M. J., & Garrod, S. (2023). Mechanisms of alignment: Shared control, social cognition and metacognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *378*(1870), art. 20210362. https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0362

Gherab Martín, K. J. (2020). Biología y filosofía de la complementariedad en Niels Bohr. *Bajo Palabra*, (24), 449-474. https://doi.org/10.15366/bp.2020.24.023

Hollan, J., Hutchins, E., & Kirsh, D. (2000). Distributed cognition: Toward a new foundation for human–computer interaction research. *ACM Transactions on Computer–Human Interaction*, *7*(2), 174-196. https://doi.org/10.1145/353485.353487

Hutto, D. D., & Myin, E. (2013). *Radicalizing Enactivism: Basic Minds without Content*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262018548.001.0001

Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction To Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.

Lévy, P. (1997). *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*. Plenum/Perseus.

Liberati, N. (2021). Leib and technologies: Relations and co-foundation. *Investigaciones Fenomenológicas*, (11), 165-183. https://doi.org/10.5944/rif.11.2014.29539

Liu, X., Xiao, Y., & Li, D. (2025). Assessing strategic use of artificial intelligence in self-regulated learning: Instrument development and evidence from Chinese university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *22*, art. 69. https://doi.org/10.1186/s41239-025-00567-5

Magni, G., Amadini Genovese, L., Riva, G., & Repetto, C. (2025). Embodied metaphors and interpersonal synchrony in the digital age. *Frontiers in Psychology*, *16*, art. 1648733. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1648733

Márquez, M. M. (2020). Artefactos y entidades naturales modificadas por medio de la biotecnología. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *12*(22), 197-215. https://doi.org/10.22430/21457778.1242

Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1998). *El árbol del conocimiento*. Editorial Universitaria.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* (M. Vallejo-Gómez, Trad.). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740_spa.locale=es

Nancy, J.-L. (1986). *La comunidad inoperante*. Arena Libros.

Nguyen, T. N., & Truong, H. T. (2025). Trends and emerging themes in the effects of generative artificial intelligence in education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(4), art. em2613. https://doi.org/10.29333/ejmste/16124

Parente, D., & Vaccari, A. P. (2019). El humano distribuido. Cognición extendida, cultura material y el giro tecnológico en la antropología filosófica. *Revista de Filosofía*, *44*(2), 279-294. https://revistas.ucm.es/index.php/RESF/article/view/61765

Sampson, T. D. (2012). *Virality: Contagion Theory in the Age of Networks*. University of Minnesota Press.

Sloterdijk, P. (1998). *Esferas I*. Siruela.

Sloterdijk, P. (2003). *Esferas II*. Siruela.

Sloterdijk, P. (2004). *Esferas III*. Siruela.

Turós, M., Nagy, R., & Szűts, Z. (2025). What percentage of secondary school students do their homework with the help of artificial intelligence? A survey of attitudes towards artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *8*, art. 100394. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100394

Varela, F. J. (1999). *Ethical Know-How: Action, Wisdom, and Cognition*. Stanford University Press.

Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2017). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience* (Revised edition). The MIT Press.