

Repensar la inteligencia artificial en educación: Una mirada corporizada, afectiva y relacional

Thomas Wachter^a

^a Centro Nacional de Inteligencia Artificial, Chile

Introducción

Decir que la inteligencia artificial (IA) está transformando la sociedad es, hoy en día, un lugar común. Y, sin embargo, la magnitud del fenómeno lo justifica. La IA dejó de ser una tecnología recluida en laboratorios especializados para permear, de manera creciente, la vida pública y privada, impulsada por los avances técnicos —en particular en *machine learning*¹ y *deep learning*²—, el aumento exponencial en la capacidad de cómputo y la disponibilidad masiva de datos. Hoy, sistemas basados en IA definen quién es considerado apto para obtener un trabajo e, incluso, quién debe recibir un

¹ *Machine learning*, o aprendizaje de máquinas, se refiere a la rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas computacionales aprender —mediante procesos estadísticos— de los datos sin tener que seguir reglas explícitamente programadas para la tarea.

² *Deep learning*, o aprendizaje profundo, es un caso particular del *machine learning* que, inspirándose a grandes rasgos en la arquitectura del cerebro, crea sistemas —denominados “redes neuronales artificiales”— capaces de aprender a partir de datos de entrenamiento. A diferencia de las técnicas tradicionales de *machine learning*, el *deep learning* ha demostrado mayor capacidad para aprender la estructura de datos complejos, como audio o imágenes. Esta capacidad ha sido determinante en los avances recientes en reconocimiento de imágenes, procesamiento del lenguaje natural y, en particular, en el desarrollo de los grandes modelos de lenguaje.

tratamiento médico. Con la irrupción masiva de los grandes modelos de lenguaje (LLM, por sus siglas en inglés), esta penetración se aceleró de forma notable. Por ejemplo, herramientas como ChatGPT, los motores de búsqueda con IA integrada o los asistentes de escritura automática han alcanzado una masificación sin precedentes, lo que ha alterado la manera en que millones de personas se comunican, se vinculan, escriben, aprenden y enseñan. La IA es, en ese sentido, mucho más que una tecnología digna de escrutinio técnico: es un fenómeno sociotécnico con profundas implicancias culturales, políticas y educativas que difícilmente deja a alguien indiferente.

El mundo de la educación no ha sido ajeno a este proceso. Es más, es uno de los campos que ya están siendo profundamente transformados por la introducción de la IA generativa para tareas de aprendizaje y enseñanza. Esto ha provocado que, en poco tiempo, esta tecnología pase a ocupar un lugar central en la investigación y la discusión sobre educación y prácticas educativas (Giannakos et al., 2025). Mientras algunos apuestan por su implementación masiva, argumentando que su uso ofrece nuevas posibilidades y beneficios, otros advierten sobre sus riesgos. En ese sentido, la IA en educación genera un amplio espectro de reacciones, que van desde el optimismo hasta la ansiedad, en una constante retórica polarizada de esperanza-miedo (Porayska-Pomsta, 2024) que, en la práctica, resulta difícil de sostener con claridad.

Por un lado, estas herramientas basadas en IA prometen abordar las limitaciones persistentes de las tecnologías educativas previas y ofrecer nuevas y poderosas vías para la innovación educativa. En general, los defensores de la IA en educación destacan la flexibilidad de estos sistemas, y buena parte de su entusiasmo se explica por las promesas asociadas a estas tecnologías: retroalimentación inmediata, apoyo a la labor docente y reducción de las cargas administrativas (Kasneci et al., 2023). Gran parte de esta expectativa gira en torno a la principal promesa de la IA en educación: posibilitar que cada estudiante cuente con un tutor personal capaz de adaptarse a sus propios ritmos de aprendizaje, comprender sus fortalezas y debilidades y, de este modo, ofrecer una educación genuinamente personalizada (Laak et al., 2024) —un sueño que, para muchos, parece estar cada vez más

cerca—. Por otro lado, junto a este entusiasmo han surgido toda clase de preocupaciones éticas, pedagógicas y cognitivas, que se examinan más adelante, lo que hace de la IA en educación un terreno profundamente tensionado: mientras se prometen eficiencia, escalabilidad y optimización de procesos, se amenazan el aprendizaje profundo, la reflexión y la conexión humana. Así, los mismos sistemas que abren nuevas perspectivas para el aprendizaje ya comienzan a mostrar que también corren el riesgo de generar una descarga cognitiva perjudicial, de deteriorar el pensamiento crítico y de reforzar las brechas de acceso, de género y de idioma.

Estudios recientes sugieren que el uso indiscriminado y no guiado de herramientas de IA generativa puede afectar negativamente habilidades cognitivas fundamentales, como el pensamiento crítico (Gerlich, 2025; Kosmyrna et al., 2025). Estas investigaciones, a pesar de ser aún preliminares, sí obligan a cuestionar la manera en que se está implementando actualmente esta tecnología y para qué fines pedagógicos. Sin embargo, este tipo de preguntas sobre la pedagogía de la IA ha estado, en su mayoría, ausente en una discusión monopolizada por la dimensión tecnológica (Díaz y Nussbaum, 2024). En ese sentido, una parte importante del problema puede explicarse por la desconexión persistente entre el desarrollo tecnológico y los fines y las prácticas pedagógicas que orientan la educación contemporánea. En otras palabras, estas tecnologías suelen implementarse priorizando criterios técnicos o de eficiencia, sin una reflexión sobre cómo, por qué y para qué fines educativos se propone su uso, ni sobre su alineación con prácticas pedagógicas consolidadas (Díaz y Nussbaum, 2024). Como consecuencia, su diseño e implementación suele apoyarse en concepciones del aprendizaje desactualizadas que lo reducen a un proceso descorporizado y omiten el papel del cuerpo, las interacciones sociales, las emociones y el contexto material en el que tiene lugar (Macrine y Fugate, 2022).

En el presente ensayo se aborda este problema a partir de la premisa de que la cognición es una propiedad intrínseca de los sistemas vivos (Maturana y Varela, 1980) y de que el aprendizaje, el afecto y la corporalidad no constituyen dimensiones independientes, sino aspectos inseparables de un mismo proceso. En diálogo con la propuesta de Ignacio Cea, se sostiene que el aprendizaje no puede disociarse de las emociones: las requiere y estas,

a su vez, dependen de las dinámicas de autorregulación y corregulación entre cuerpos vivos. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se comprende de un modo sustantivamente distinto al que ha predominado tanto en la educación (Videla, 2025) como en la IA (Felin y Holweg, 2024), donde suele concebirse como un proceso abstracto de procesamiento de información (por ejemplo, VandenBos, 2015). Desde este marco, la brecha pedagógica que atraviesa el campo de la IA en educación no parece menor o circunstancial: su implementación actual no solo corre el riesgo de obstruir procesos corporales y relacionales esenciales para el aprendizaje (Videla y Veloz, 2023), sino que podría estar limitando la posibilidad misma del afecto, condición necesaria para que ese aprendizaje sea verdaderamente significativo (Cea, 2023).

Este no es, sin embargo, un problema intrínseco de la tecnología: la IA puede, en principio, aportar mucho a la educación. Pero, para que así ocurra, la pregunta central no es si se debe usar IA en educación, sino cómo diseñarla e implementarla: qué principios pedagógicos y cognitivos deben estar en la base de su desarrollo para que apoye —y no interfiera ni limite— los procesos que hacen posible el aprendizaje.

En este ensayo se propone una concepción corporizada y afectiva del aprendizaje y se argumenta que esta ofrece una perspectiva fértil para repensar el diseño, la implementación y el rol de la IA en la educación. En particular, este análisis se sustenta en tres dimensiones clave: el cuerpo, la afectividad y la relacionalidad. Lejos de ser independientes, estas dimensiones se implican mutuamente: la afectividad tiene raíces corporales y la relacionalidad se expresa en los procesos de corregulación entre cuerpos vivos. Es precisamente esa interdependencia la que el ensayo busca iluminar. Desde este punto de partida, se desvelan varios problemas del enfoque actual en el diseño e implementación de IA para la educación y, además, se proponen posibles orientaciones para repensar estas tecnologías y proyectarlas hacia un futuro educativo en el que contribuyan al aprendizaje significativo. Adoptar este lente supone invertir la pregunta predominante sobre IA en educación: desplazarla desde una discusión tecnológica hacia una que pone el aprendizaje, y las condiciones que lo sostienen, en el centro.

El ensayo se organiza de la siguiente manera: primero se introduce el campo de la IA en educación y se presentan sus principales promesas, así como sus limitaciones éticas, cognitivas y pedagógicas; luego se presenta su núcleo conceptual y se desarrolla el argumento central que lo sostiene: la autorregulación y la correulación homeostáticas, tanto intra como inter-corporales, desempeñan un papel fundamental en los procesos de aprendizaje; a continuación se extiende este argumento y se exploran sus implicancias para la IA en la educación; además, se esbozan distintas aproximaciones en las que este enfoque puede orientar el diseño e implementación de IA para fines educativos; finalmente, se cierra con una discusión final y conclusiones.

La IA en la educación

La IA es un concepto amplio que engloba una diversidad de metodologías, tecnologías y objetivos desarrollados a lo largo de la historia. Esta heterogeneidad ha llevado a varios investigadores a cuestionar la existencia de la IA como concepto monolítico, dado que se trata de un campo compuesto por múltiples enfoques conceptuales, áreas de especialización y perspectivas (Holmes y Tuomi, 2022). En consecuencia, cuando se habla de IA suele aludirse a algo muy diferente según el contexto, lo que puede resultar confuso e incluso contraproducente.

Para algunos, *IA* se refiere a una rama de las ciencias de la computación orientada a simular aspectos de la inteligencia humana (Russell y Norvig, 2010). Para otros, describe de forma mucho más amplia los esfuerzos por crear, literalmente, máquinas con mente propia —no meras simulaciones—. En círculos más técnicos, el término suele ser más estrecho y se usa como sinónimo de *machine learning*, aludiendo a métodos específicos. En la actualidad, el acrónimo IA se utiliza con frecuencia para referirse casi exclusivamente a la IA generativa, especialmente a los LLM y a sistemas capaces de producir texto, imágenes u otro tipo de contenido. El desarrollo acelerado de dichas tecnologías ha hecho que se discuta muy poco acerca de los objetivos iniciales del campo, que buscaba no solo crear sistemas

computacionales capaces de resolver problemas prácticos, sino también desarrollar teorías de la cognición natural (van Rooij et al., 2024).

En el ámbito educativo, esta diversidad conceptual y esta transición —de un enfoque científico a uno ingenieril— también se reflejan en la multiplicidad de formas en que, a lo largo de la historia, el campo de la IA y el de la educación se han relacionado. En el plano teórico, e incluso científico, esa relación tiene una larga historia. Desde mediados del siglo pasado, muchos científicos que trabajaban en IA lo hacían también en educación, intentando encontrar vasos comunicantes entre ambos campos: formas en que los avances en el estudio de la IA pudieran informar la comprensión del aprendizaje humano, y viceversa (Doroudi, 2023). Algunas de esas investigaciones encontraron aplicaciones prácticas; el caso más paradigmático es el trabajo de Seymour Papert. Papert fue pionero en explorar la intersección entre IA y educación: no solo investigó teóricamente el aprendizaje en máquinas y humanos (Minsky y Papert, 1969), sino que también exploró cómo la programación podía convertirse en una herramienta de aprendizaje para niños (Papert, 1980). Sin embargo, a medida que la IA se fue desarrollando desde una perspectiva técnica e ingenieril, su relación con la educación y con las ciencias cognitivas se fue desdibujando poco a poco. Hoy, cuando se habla de IA en y para la educación, tiende a abordarse de manera aplicada, con poca referencia a los principios cognitivos y pedagógicos que subyacen a la relación entre ambos campos (Doroudi, 2023).

En los últimos años, esta tendencia hacia la discusión práctica se ha intensificado. En particular, el notable avance técnico del campo, impulsado por el desarrollo de los LLM, ha generado el ambiente ideal para que esta tecnología se posicione como la nueva gran aplicación de IA para la educación. Los LLM, reconocidos por su flexibilidad lingüística y su capacidad para generar todo tipo de contenidos con un simple *prompt*³, se con-

³ Un *prompt* es una instrucción, pregunta o petición que un usuario le da a una IA —generalmente en forma de lenguaje natural— para que esta genere una respuesta, texto, imagen, código u otro tipo de contenido.

sideran cada vez más herramientas que facilitan una amplia gama de actividades de enseñanza y aprendizaje (Kasneci et al., 2023). Dicha tecnología ha superado muchas limitaciones de las tecnologías previas utilizadas en educación y ha reavivado el interés por el desarrollo de sistemas de tutoría inteligente (ITS, por sus siglas en inglés), que pueden proporcionar, en principio, respuestas en tiempo real y personalizadas a los ritmos y niveles de cada estudiante (Laak et al., 2024). En consecuencia, los sistemas basados en LLM son fundamentales para el creciente interés en la intersección entre IA y educación, y ofrecen la posibilidad de —quizás— cumplir la promesa de una educación con mejor acceso, mayor eficiencia y experiencias de aprendizaje personalizadas.

Según la clasificación desarrollada por Holmes y Tuomi (2022), los sistemas de IA en educación pueden categorizarse en tres grandes grupos: (i) sistemas centrados en el estudiantado, (ii) sistemas centrados en el profesorado y (iii) sistemas centrados en las instituciones. Este ensayo se ocupa principalmente del primer tipo: sistemas diseñados para apoyar directamente a los estudiantes o que estos utilizan en su proceso de aprendizaje. Pueden incluir tanto herramientas especialmente diseñadas con fines educativos, como Khanmigo⁴ o Cogniti⁵, como otras de IA generativa que, si bien no se desarrollaron originalmente para la educación, ahora se integran masivamente en entornos educativos, como ChatGPT o Claude.

De todas las aplicaciones posibles, los ITS se han consolidado como los sistemas que más financiamiento reciben y más ampliamente se han difundido en el panorama actual de IA en educación (Holmes y Tuomi, 2022). Tradicionalmente, estos sistemas se centraban únicamente en analizar los

⁴ Khanmigo es un asistente educativo basado en IA, desarrollado por Khan Academy, pensado específicamente para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje en distintas materias y niveles educativos.

⁵ Cogniti es una plataforma de IA generativa que permite a los educadores crear con facilidad tutores virtuales personalizados para sus cursos. Estos actúan como un asistente para que los estudiantes obtengan ayuda, practiquen conceptos, reciban comentarios sobre su escritura e incluso intercambien ideas, todo a partir de los propios materiales del curso.

patrones de comportamiento de los estudiantes para adaptar el contenido instructivo. Actualmente, muchos se basan en IA generativa impulsada por LLM, lo que permite a los estudiantes interactuar con ellos de manera intuitiva y en tiempo real, con mucha más flexibilidad que la que ofrecían las tecnologías educativas previas. Así, los tutores inteligentes modernos no solo analizan información, sino que también pueden responder e interactuar con los estudiantes, lo que permite que un mismo sistema genere ejercicios personalizados, sugerencias y retroalimentación inmediata en temas tan variados como literatura y matemáticas (Chen et al., 2025).

Al analizar estos aspectos, algunos investigadores sostienen que la IA generativa puede facilitar la comprensión de temas complejos, apoyar el desarrollo de las habilidades de lectura y escritura mediante sugerencias personalizadas, generar cuestionarios y ejercicios, y proporcionar explicaciones paso a paso adaptadas al perfil individual del estudiante (Laak et al., 2024). Esto representa, sin duda, un avance significativo en el diseño del aprendizaje adaptativo (Pratschke, 2024) que, por un lado, promueve el aprendizaje y, por otro, tensiona los sistemas educativos tradicionales.

Este entusiasmo se ha materializado en diversas tecnologías y aplicaciones surgidas en los últimos años. Asimismo, los gobiernos ya han comenzado a desarrollar marcos normativos y planes de acción para implementar IA en educación y liderar en la materia. Por ejemplo, Estonia es uno de los primeros países del mundo en desarrollar un plan para implementar IA generativa de manera masiva en todo su sistema educativo —el programa AI Leap 2025—, con el fin de “fomentar el uso de IA en las escuelas de maneras que sean significativas y responsables: apoyando la motivación intrínseca y el aprendizaje profundo de los estudiantes” (Petrone, 2025, traducción propia).

Estos avances, aplicaciones y grandes planes gubernamentales han conseguido que muchos sueñen con una educación que, apoyada por la IA, pueda romper con las barreras que impone la enseñanza tradicional y ofrecer una formación personalizada, capaz de satisfacer las necesidades de cada

estudiante y de promover su desarrollo pleno. Los sueños son grandes y la apuesta, ambiciosa.

Limitaciones, riesgos y tensiones: Ética, cognición y pedagogía

No obstante, todas estas expectativas no han avanzado sin contratiempos. Investigaciones y estudios empíricos recientes, cuando menos, ponen en cuestión el discurso optimista. A la luz de ellos, quienes trabajan en el campo de la ética de la IA en educación sostienen que, si bien el desarrollo tecnológico puede ofrecer varios beneficios para los sistemas educativos en su conjunto, para que estos se materialicen se requieren reflexiones éticas y pedagógicas profundas, así como marcos regulatorios claros que eviten los inconvenientes y daños que el uso indiscriminado de estas técnicas pueda acarrear.

En general, el campo de la ética de la IA se ha desarrollado con fuerza en los últimos años y ha desvelado diversas problemáticas asociadas a estas tecnologías. En particular, se argumenta que estos sistemas son mucho más que elementos técnicos: son sociotécnicos y, por ello, capaces de afectar la vida de las personas, de las comunidades y de la sociedad en general. El trabajo sobre imparcialidad, rendición de cuentas, transparencia, explicabilidad, sesgo, equidad y justicia suele abordarse en el marco de este amplio concepto de ética de la IA.

Estas mismas preocupaciones atañen al campo de la IA en la educación. Aplicados en ámbitos educativos, estos sistemas pueden contener sesgos culturales y de género, ser poco transparentes y vulnerar la privacidad de los datos de los estudiantes (Holmes y Porayska-Pomsta, 2022). Además, muchos tienden a privilegiar ciertas formas de conocimiento y a marginar otras, sobre todo las de regiones poco representadas en los datos, como América Latina (Chen et al., 2025; Mollema, 2025). En ese sentido, la ética de la IA en educación cuestiona muchas de las lógicas preponderantes en el campo: no basta con que esta tecnología sea técnicamente avanzada; es ne-

cesario, también, que se desarrolle de manera responsable y que su implementación esté alineada con los valores y fines de los sistemas educativos en que se inserta.

Desde un punto de vista cognitivo, la investigación reciente comienza a revelar el impacto que el uso de dichos sistemas puede tener en los procesos de aprendizaje. Si bien la evidencia sobre los efectos positivos o negativos de la IA no es concluyente y sigue siendo objeto de discusión, a muchos les preocupan sus posibles consecuencias para la cognición cuando el uso no es guiado (Fasoli et al., 2025). Por ejemplo, un estudio del Instituto Tecnológico de Massachusetts mostró que el uso indiscriminado de ChatGPT en la redacción de ensayos genera lo que sus autores denominan una deuda cognitiva (Kosmyna et al., 2025). Este fenómeno se produce cuando los estudiantes sustituyen actividades cognitivamente demandantes —como planificar, buscar información por su cuenta, estructurar argumentos, resolver ambigüedades conceptuales o revisar críticamente sus propias ideas— por interacciones con un sistema que arroja una única respuesta, a menudo aceptada sin cuestionamientos. Como muestra el estudio, los estudiantes que usan esta herramienta recuerdan menos lo que escribieron que quienes no la utilizaron. Aunque estos estudios continúan siendo preliminares, arrojan luz sobre las posibles implicancias del uso de estos sistemas para el aprendizaje.

Finalmente, desde un punto de vista pedagógico, persiste una desconexión entre los principios que rigen el desarrollo e implementación de estos sistemas y los que orientan la educación contemporánea. Autores como Brayan Díaz y Miguel Nussbaum señalan que existe, en el campo de la IA en educación, una brecha pedagógica. Según estos autores, muchas de estas tecnologías se diseñan e implementan a espaldas de la pedagogía, es decir, sin un análisis explícito de las razones pedagógicas que justifican su incorporación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ni de su coherencia con principios y prácticas educativas reconocidas. Esta falta de reflexión pedagógica ha hecho que muchos desarrollos de IA para la educación se sustenten en principios pedagógicos desactualizados y en modelos cognitivos cuestionados, alejados de los avances contemporáneos en las ciencias

cognitivas y en la pedagogía. En particular, la mayoría se basa en principios cognitivistas o conductistas (Díaz y Nussbaum, 2024). Estos modelos tienden a marginar el rol del cuerpo, de las emociones y de las interacciones sociales en los procesos de aprendizaje (Macrine y Fugate, 2022).

Cuando estos principios guían el diseño de la IA, se materializan en tecnologías orientadas a interacciones individualizadas, mediadas principalmente a través de pantallas y teclados. Este tipo de diseño tiende a reducir la capacidad de los estudiantes para moverse, lo que empobrece la coordinación corporal y la posibilidad de anclar conceptos muchas veces abstractos en experiencias corporales concretas. Además, limita la posibilidad de encuentro entre los estudiantes, y entre estos y sus profesores. Estas dimensiones, a menudo olvidadas por el desarrollo de la IA en educación, son fundamentales para un aprendizaje significativo (Cea, 2023; Videla y Veloz, 2023) y han sido progresivamente incorporadas en pedagogías contemporáneas que enfatizan el rol activo del estudiante, su corporalidad, su entorno y su vida afectiva (Di Paolo et al., 2024; Macrine y Fugate, 2022). En ese sentido, la IA en educación debe reorientar su diseño e implementación para cerrar la brecha pedagógica existente y alinearse así con principios y valores que ya están presentes en la educación moderna. En otras palabras, puede pensarse de otro modo: diseñada no para optimizar trayectorias individuales, sino para enriquecer los vínculos, el movimiento y la experiencia situada que hacen del aprendizaje un proceso profundamente humano y significativo. Las ciencias cognitivas contemporáneas —en particular las perspectivas corporizadas— pueden aportar a esa misión.

A continuación se presenta la dimensión afectiva y relacional, una de las ausentes señaladas más arriba, que puede orientar el desarrollo tecnológico. Se busca mostrar cómo la afectividad se encuentra en la base del aprendizaje significativo y, finalmente, cómo puede aclarar las implicancias de la implementación actual de la IA en educación y cómo esta puede repensarse para mejorar su aplicación en el ámbito educativo.

Afectividad, relacionalidad y aprendizaje

En su capítulo *The somatic roots of affect: Toward a body-centered education*, Ignacio Cea desarrolla el argumento de que el afecto y el aprendizaje están intrínsecamente ligados mediante la regulación y la correulación homeostáticas de los cuerpos vivos, e ilumina así una dimensión muchas veces olvidada en las discusiones sobre IA (Cea, 2023). En términos generales, la regulación homeostática se refiere al proceso fisiológico mediante el cual un organismo preserva o restaura sus parámetros vitales —niveles de glucosa, agua, sal, oxígeno, presión arterial, temperatura, entre otros (Craig, 2015)—, de modo que vuelvan o permanezcan dentro de límites viables que le permitan seguir viviendo. Como se verá más adelante, es un proceso que el organismo realiza tanto de manera autónoma —autorregulación— como en constante andamiaje y, en algunos casos, dependencia de otros —correulación—.

Situar las bases fisiológicas de la afectividad en el centro del aprendizaje contrasta con las formas tradicionales de comprenderlo. En particular, la propuesta de Cea (2023) se inscribe en una tradición que entiende la cognición como un fenómeno corporizado, situado y regulado dinámicamente, en la que los estados afectivos no acompañan secundariamente al aprendizaje, sino que lo habilitan. Su argumento central puede expresarse de la siguiente manera:

- (i) La experiencia afectiva desempeña un papel fundamental en el aprendizaje.
- (ii) La experiencia afectiva tiene sus raíces en la autorregulación y la correulación homeostáticas de los cuerpos vivos.
- (iii) Por lo tanto, la autorregulación y la correulación homeostáticas dentro y entre los cuerpos vivos desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje.

A continuación se desarrollará brevemente este argumento, con el objetivo de sentar las bases conceptuales para, posteriormente, extenderlo y examinar sus implicancias para el diseño y la implementación de sistemas de IA en la educación.

La experiencia afectiva desempeña un papel fundamental en el aprendizaje

La idea de que la experiencia afectiva desempeña un papel central en el aprendizaje no es meramente intuitiva, sino que cuenta con un amplio respaldo teórico en distintas tradiciones de las ciencias cognitivas y de la educación (véase Durlak et al., 2015). Asimismo, estudios empíricos de la neurociencia respaldan estos argumentos y muestran que el aprender y el sentir están intrínsecamente ligados. De manera más específica, estos estudios apuntan a que diferentes dimensiones clave del aprendizaje —orientar la atención, sostener la motivación, evaluar la relevancia de una situación y persistir frente a la dificultad— están estrechamente moduladas por estados afectivos.

En el caso de la percepción, diversos estudios han mostrado que los estados afectivos influyen en la manera en que los individuos perciben su entorno, lo que cuestiona la idea de que los sentidos funcionan como canales neutrales de información. Aquello que se ve y se oye está mediado por nuestras emociones y por la significación afectiva de la experiencia (Barrett, 2017). De manera similar, la atención está estrechamente regulada por el afecto. Mientras que las emociones positivas tienden a ampliar el foco atencional y a favorecer un procesamiento de la información más global (Fredrickson y Branigan, 2005), las emociones negativas suelen estrecharlo y promueven un procesamiento más focalizado y orientado al detalle (Bar-Haim et al., 2007). La memoria también está guiada por procesos afectivos. La evidencia indica que los eventos con mayor carga emocional tienden a recordarse con mayor intensidad y persistencia que aquellos afectivamente neutros (Schaefer y Philippot, 2005), así como con mayor riqueza en ciertos detalles relevantes (Kensinger y Schacter, 2018). Finalmente, la motivación

también se encuentra estrechamente vinculada al afecto. En general, las personas se sienten intrínsecamente motivadas a aprender cuando aquello que aprenden les resulta interesante, significativo o emocionalmente relevante (Ormrod et al., 2019).

En conjunto, estos hallazgos sugieren que el afecto no constituye un elemento periférico o secundario del proceso de aprendizaje, sino un componente estructural que organiza la percepción, orienta la atención, modula la consolidación de la memoria y guía aquello que nos motiva a aprender. Desde esta perspectiva, cualquier concepción del aprendizaje que trate el afecto y las emociones como factores secundarios resulta parcial: la experiencia afectiva desempeña un papel fundamental en el aprendizaje.

La experiencia afectiva tiene sus raíces en la autorregulación y la correulación homeostáticas de los cuerpos vivos

En relación con el vínculo entre afectividad y regulación homeostática, distintos autores —entre ellos Anil Seth y Lisa Feldman Barrett— han propuesto, de manera convergente, que la experiencia afectiva surge a partir de las inferencias que el cerebro realiza acerca de las causas de las señales corporales internas, con el objetivo de regular los estados fisiológicos del organismo (Barrett, 2017; Cea, 2024; Seth, 2021). Desde esta perspectiva, la afectividad aparece estrechamente ligada a los procesos propios de los sistemas vivos y funciona como un mecanismo orientado a preservar su viabilidad a lo largo del tiempo. Así entendida, la experiencia afectiva no constituye un componente meramente accesorio de la cognición, sino una dimensión funcional fundamental para la autorregulación del organismo. En ese sentido —y en consonancia con la tesis de continuidad vida-mente (Thompson, 2007)—, estas aproximaciones neurocientíficas contemporáneas sostienen que las experiencias afectivas se fundamentan en el imperativo biológico de permanecer vivos y desempeñan en él un papel relevante. Por ende, los sentimientos pueden entenderse como expresiones evaluativas del grado actual y anticipado de éxito o fracaso del organismo en mantener su

equilibrio homeostático frente a las demandas propias y del entorno. De este modo, los estados afectivos aparecen como funciones biológicas íntimamente ligadas a la naturaleza corporal de los seres vivos y a sus necesidades homeostáticas (Cea, 2024).

Sin embargo, la regulación del sistema no solo ocurre de manera interna e individual, sino que también tiene una dimensión relacional, en la que las interacciones entre individuos —por ejemplo, a través del tacto— desempeñan un papel crucial en la correulación tanto afectiva como fisiológica (Cea, 2023). Así lo proponen autores como Fotopoulou y Tsakiris (2017), quienes sostienen que los orígenes de las emociones interoceptivas son siempre, por necesidad, sociales: sentimientos subjetivos tan fundamentales como el hambre y la saciedad, el dolor y el alivio o el frío y el calor tienen, en realidad, un origen social. Mucho de esto se relaciona con la particular naturaleza humana, en la que —sobre todo durante la infancia— los seres humanos dependen del cuidado de otros para satisfacer estas necesidades homeostáticas: ser alimentados, abrigados, sostenidos y también acompañados en los momentos de mayor vulnerabilidad.

Estos desarrollos teóricos se ven respaldados por evidencia científica que muestra cómo la afectividad y la regulación homeostática se vinculan directamente con las interacciones sociales y corporales. Por ejemplo, una revisión reciente de décadas de investigación psicológica y fisiológica sobre el apego y la pérdida social en animales humanos y no humanos sostiene que, en las relaciones humanas cercanas (por ejemplo, entre padres e hijos o en las relaciones de pareja de largo plazo), la homeostasis fisiológica y psicológica de cada individuo está correulada, en gran medida, por la presencia de otro con quien se tiene conexión, cercanía y apego emocional (Sbarra y Hazan, 2008). Además, el tacto y el contacto físico pueden contribuir a la regulación homeostática del sistema. Un ejemplo ilustrativo es el estudio de Püschel et al. (2022), que analizó el efecto del contacto físico materno sobre la regulación fisiológica en bebés prematuros. En ese trabajo se examinaron 53 episodios estandarizados de estimulación táctil en lactantes nacidos entre las 24 y las 36 semanas de gestación, y se observó que las madres acariciaban espontáneamente a sus hijos a velocidades óptimas para activar las fibras C-táctiles (CT), conocidas por su papel en la mediación del

tacto afectivo. El análisis de los datos fisiológicos reveló que este tipo de estimulación produce una disminución significativa de la frecuencia cardíaca de los bebés, con un efecto tranquilizador.

Estos resultados se resumen con particular claridad en el trabajo de Sbarra y Hazan (2008), quienes afirman: “La regulación social proporciona el medio más eficiente y metabólicamente rentable para regular el afecto. La fisiología corregulada describe los fundamentos de este proceso y puede aportar valor adaptativo al permitir a las personas regular rápidamente el malestar afectivo mediante la sincronización de sus sistemas fisiológicos con su figura de apego” (Sbarra y Hazan, 2008, p. 157, traducción propia).

En ese sentido, estas investigaciones resultan particularmente relevantes para el argumento aquí desarrollado, ya que muestran cómo la afectividad funciona como un elemento ligado corporalmente tanto a la autorregulación —mediante predicciones internas del sistema— como a la corregulación derivada de interacciones físicas y sociales con otros. La afectividad, así, es un proceso relacional, dependiente tanto de la corporalidad propia como de la interacción con otros cuerpos.

En conjunto, el argumento desarrollado por Cea (2023) permite comprender el aprendizaje como un proceso intrínsecamente corporizado, afectivo y relacional, sustentado en dinámicas de autorregulación homeostática propias de los sistemas vivos y en procesos de corregulación mediante la interacción con otros. Así, la afectividad —que depende de estos procesos de regulación homeostática— no constituye un añadido ni un modulador secundario del aprendizaje, sino una dimensión estructural que organiza la percepción, orienta la atención y sostiene la memoria y la motivación. Aprender, entonces, no es simplemente adquirir o procesar información, sino participar en un proceso de regulación dinámica que involucra cuerpos vivos en interacción con su entorno y con otros. Como lo resume el propio Cea: “El aprendizaje, el afecto y nuestra naturaleza corporal y viva no son aspectos separados de nosotros mismos, sino constituyentes interdependientes del todo multifacético que somos” (2023, p. 576, traducción propia).

Consecuencias para la IA en la educación

Desde la concepción del aprendizaje desarrollada en este ensayo, se desprenden varias consecuencias directas para la forma en que actualmente se diseñan e implementan las tecnologías de IA en la educación. En particular, este enfoque permite ver cómo la IA en educación puede promover o interferir en los procesos que habilitan y fomentan el aprendizaje.

Como se examinó más arriba, la mayoría de los sistemas de IA para la enseñanza y el aprendizaje se apoyan, implícita o explícitamente, en modelos que conciben la cognición como un procesamiento de información individual que ocurre tan solo en el cerebro. Estos principios se alinean con perspectivas cognitivistas y conductistas que, en la práctica, se materializan en sistemas de IA que actúan como mediadores de la cognición individual: los estudiantes interactúan de manera aislada, mediante teclado y pantalla, con un sistema computacional que regula el ritmo de la instrucción según las necesidades personales. Si bien esta forma de implementar sistemas de IA puede aportar beneficios en el corto plazo, como flexibilizar la instrucción más allá de las restricciones de tiempo y aliviar a los docentes de tareas repetitivas (Holmes y Tuomi, 2022), también puede traer consecuencias. En particular, desde la concepción del aprendizaje defendida en este ensayo, este modelo conlleva riesgos menos visibles, pero potencialmente significativos: al marginar el cuerpo, el movimiento y las interacciones sociales, podría estar obstruyendo las mismas condiciones que hacen posible el aprendizaje.

Desde una perspectiva individual, por ejemplo, el uso prolongado de estos sistemas —particularmente en las infancias— puede dar lugar a lo que Simon Penny denomina una debilidad sensoriomotora (Penny, 2022): una merma de la capacidad de acción multimodal que afecta el sentido de propiocepción, la conciencia cinestésica y las formas de interacción táctil que emergen de estar corporalmente involucrados, en movimiento y en relación sensorial con el entorno y con otros. Desde una perspectiva relacional, como señalan Laak y Aru, “el aprendizaje colaborativo y cara a cara rara vez es compatible con el uso de IA en educación” (2025, p. 139, traducción propia), lo que entra en conflicto con concepciones contemporáneas del

aprendizaje que lo entienden como un proceso social en el que los estudiantes comparten ideas, negocian significados, ofrecen y reciben retroalimentación y participan en dinámicas de correulación.

En ese sentido, reducir la experiencia educativa a interacciones individualizadas con sistemas computacionales no solo contradice uno de los objetivos fundamentales de la educación contemporánea, sino que obstruye procesos corporales y relacionales esenciales para aprender. Al marginar el movimiento, el encuentro situado y la interacción con otros (Videla y Veloz, 2023), estos sistemas comprometen la dimensión afectiva del aprendizaje —intrínsecamente ligada a las dinámicas de autorregulación y correulación homeostática— y restringen así las condiciones mismas que lo sustentan. En consecuencia, la IA en educación, tal como se implementa actualmente, corre el riesgo de intervenir en los procesos de aprendizaje ignorando —y potencialmente erosionando— los mecanismos afectivos, corporales y relacionales que los sostienen. Sin embargo, esta crítica no apunta a la IA como tal ni implica su rechazo en el ámbito educativo, sino que abre la posibilidad de imaginar una IA que promueva los aspectos corporales y relacionales del aprendizaje significativo.

Hacia una IA educativa afectiva y relacional

A partir del marco desarrollado, es posible esbozar al menos tres principios orientadores para repensar el diseño y la implementación de la IA en la educación desde una perspectiva afectiva y relacional. Estos principios no constituyen una propuesta técnica acabada ni directamente aplicable, sino que deben pensarse más bien como una guía que busca orientar tanto el diseño y la implementación de sistemas de IA como algunas de las condiciones pedagógicas e institucionales en que estos se insertan.

En primer lugar, del argumento desarrollado en este ensayo se desprende, directamente, que la IA en la educación debería diseñarse e implementarse como una herramienta que apoye los procesos de regulación y co-

rregulación entre estudiantes, más que como un agente que optimice las trayectorias individuales de aprendizaje. Esto implica desplazar el foco desde la personalización —entendida como adaptación individual— hacia formas de mediación tecnológica que faciliten las interacciones entre estudiantes y docentes, y que abran espacios de diálogo y encuentro situado. Desde la educación es posible identificar pedagogías que conversan con los aspectos cognitivo-afectivos que sustentan este ensayo. Por ejemplo, las pedagogías socioemocionales (Durlak et al., 2015) y corporizadas (Nathan, 2021) ofrecen marcos educativos bien fundados que podrían orientar el diseño y la implementación de herramientas de IA para la enseñanza y el aprendizaje. Si bien un análisis detallado de estas pedagogías excede los alcances de este ensayo, su mención apunta a que ya existen referentes pedagógicos contemporáneos con los cuales la IA educativa podría alinearse productivamente —en lugar de seguir operando bajo los supuestos cognitivistas y conductistas que actualmente dominan su diseño—. El énfasis que estas pedagogías ponen en la regulación emocional, el cuerpo y el movimiento ofrece, en ese sentido, un punto de partida fértil para repensar sus bases.

En segundo lugar, desde las ciencias cognitivas se propone que el diseño de herramientas de IA en educación debería orientarse por una comprensión del aprendizaje como proceso corporizado. La interacción predominante mediante teclado y pantalla reproduce, a nivel de interfaz, los supuestos descorporizados que caracterizan los modelos cognitivos que este ensayo cuestiona: reduce al estudiante a un procesador de información descorporizado que se sienta pasivamente frente a un dispositivo y deja fuera el movimiento, el gesto y la experiencia sensorial como dimensiones constitutivas del aprender. Frente a esto, el diseño de IA educativa podría orientarse por los principios de la cognición 4E —encarnada, embebida, extendida y enactiva— (Newen et al., 2018) y moverse desde interfaces pasivas hacia entornos que inviten al movimiento y la acción situada. Investigaciones en el campo del aprendizaje corporizado han mostrado cómo el diseño de tecnologías educativas puede orientarse por estos principios, con énfasis en el movimiento (Abrahamson y Lindgren, 2014), y abrir la posibilidad de

usar dispositivos tecnológicos que vayan más allá de la instrucción individualizada y descorporizada, hacia una que concibe el cuerpo como elemento constitutivo del proceso de aprendizaje.

En este marco, tecnologías como la realidad virtual —entornos digitales inmersivos que simulan experiencias del mundo físico— y la realidad aumentada —que superpone elementos digitales sobre el entorno físico real— ofrecen, en principio, mejores condiciones que los sistemas de IA actuales, ya que, por diseño, favorecen el movimiento, la exploración y la interacción con el entorno físico o virtual (Videla et al., 2025a). En ese sentido, el desafío no es maximizar la presencia de IA ni la automatización del aprendizaje, sino orquestar entornos educativos que, mediante el uso de tecnologías, amplíen las posibilidades de movimiento e interacción corporal de los estudiantes. Aunque incipientes, ya existen estudios que exploran esta dirección, con investigaciones preliminares que hacen un llamado explícito a un trabajo colaborativo entre las ciencias cognitivas corporizadas y la IA para la educación (Videla et al., 2025b). Sin embargo, dada la persistente desconexión entre pedagogía e IA educativa (Doroudi, 2023), este tipo de aproximaciones sigue estando en los márgenes de la investigación sobre IA y educación. Avanzar en esta línea parece tanto necesario como urgente.

Finalmente, de estas reflexiones se desprende una tercera conclusión: la IA en educación no debería concebirse como una tecnología aislada que opera sobre el aprendizaje desde fuera, sino como parte de una ecología más amplia en la que diversos elementos materiales, tecnológicos y humanos median constantemente la cognición y la afectividad (Hutchins, 2010). Bajo esta perspectiva, el aula y los elementos que la componen no son un escenario neutral en el que ocurre el aprendizaje, sino un entorno activo que lo constituye. Por tanto, dentro de esta ecología la IA debe pensarse en su rol mediador: no como el agente principal que conduce el aprendizaje, sino como un elemento más del entorno, que facilita conexiones sin suplantarlo los vínculos humanos que le dan sentido. Esto implica conceptualizar la IA en consonancia con otras tecnologías que, como la realidad virtual o la aumentada, pueden complementarla y ampliar las posibilidades de acción situada que la IA por sí sola difícilmente puede ofrecer.

Sin embargo, ningún diseño tecnológico, por bien orientado que esté, ni ninguna tecnología, por muy avanzada que sea, podrá ser verdaderamente significativa para la educación si los sistemas educativos en su conjunto no reconocen la afectividad y la relacionalidad como valores centrales del proceso de aprendizaje. La integración de la IA en la educación no es, en último término, un problema técnico: es un problema pedagógico, institucional y ético. Como señala Cea, “somos cuerpos vivos, sensibles, pensantes y actuantes, entrelazados con otros cuerpos vivos, sensibles, pensantes y actuantes” (2023, p. 576, traducción propia); es desde esta comprensión que los sistemas educativos podrán discernir mejor cuándo, cómo y para qué integrar la IA en los procesos de aprendizaje.

En conjunto, estos principios apuntan a reconceptualizar el rol de la IA en la educación: no como agente autónomo que optimiza trayectorias individuales, sino como tecnología que, cuidadosamente diseñada e integrada en una ecología más amplia, media los procesos de aprendizaje sin suplantarse los vínculos humanos que les dan sentido. El lente corporizado, relacional y afectivo desarrollado en este ensayo ofrece un marco fértil para repensar la IA en educación e iluminar nuevas formas de diseñarla e implementarla. Además, invita a desplazar la pregunta desde la eficiencia técnica hacia las condiciones humanas que hacen posible aprender. No obstante, quedan muchas preguntas por resolver. La investigación en esta dirección es aún incipiente y los puentes entre las ciencias cognitivas corporizadas, la pedagogía y el desarrollo de IA educativa están apenas comenzando a construirse. Lo que este ensayo propone es, ante todo, un punto de partida: una invitación a imaginar una IA en educación que esté a la altura de las particularidades que implica aprender como ser humano.

Conclusión

La IA está siendo incorporada de manera acelerada en múltiples dimensiones de la vida cotidiana, y la educación no ha quedado al margen de este proceso. La introducción de sistemas de IA para tareas de enseñanza y aprendizaje ha comenzado a tensionar concepciones tradicionales sobre qué

significa enseñar y aprender, y ofrece nuevas posibilidades pedagógicas al mismo tiempo que plantea riesgos cognitivos y pedagógicos, así como dilemas éticos significativos.

En este ensayo se argumentó que muchas de las limitaciones actuales de la IA en educación no se deben únicamente a cuestiones técnicas, sino también a problemas conceptuales, anclados en una comprensión reducida del aprendizaje que subyace a su diseño e implementación. En particular, se mostró cómo gran parte de la IA educativa continúa apoyándose en modelos que conciben la cognición como un proceso individual y descorporizado, y que marginan el rol del cuerpo, las emociones y las interacciones interpersonales. Desde este paradigma, el aprendizaje se reduce a la optimización de trayectorias individuales, y quedan fuera los procesos afectivos de los que depende un aprendizaje significativo.

Frente a este panorama, se propuso comprender el aprendizaje desde una perspectiva que reconozca su carácter corporal, afectivo y relacional. En consonancia con la propuesta autopoietica de que la cognición es una propiedad inherente a la vida misma (Maturana y Varela, 1980), se sostuvo que el afecto y nuestra naturaleza vital y corporal no son aspectos separados de nosotros mismos, sino componentes interdependientes del todo multifacético que somos (Cea, 2023). Aprender, desde este enfoque, no es simplemente la adquisición de información por parte del cerebro: es un proceso mediado por el afecto, ligado a la regulación homeostática de cuerpos vivos que aprenden con otros en contextos situados. El afecto, en ese sentido, no es un elemento accesorio del aprendizaje, sino la condición que lo hace posible.

A partir de este marco, se evaluó críticamente el modo en que la IA está siendo integrada en la educación y se esbozaron principios alternativos para reimaginarla. Este lente permite entender la IA no como una herramienta neutral, sino como una tecnología que, al introducirse en el aula, moldea la manera en que los estudiantes se mueven e interactúan y, por tanto, cómo aprenden y comprenden el mundo. Pensar la IA desde una perspectiva corporizada, afectiva y relacional implica desplazar el foco

desde la personalización individual hacia el apoyo a dinámicas corporales y colectivas que sostengan un aprendizaje significativo. Conviene destacar que la crítica desarrollada en este ensayo no busca rechazar el uso de la IA en la educación, sino cuestionar los supuestos que actualmente orientan su desarrollo. Es precisamente desde esa crítica que emerge la posibilidad de reimaginar una IA educativa que, diseñada reflexivamente, contribuya a sostener las condiciones humanas que hacen posible aprender.

Este análisis sugiere que el debate sobre la IA en educación no puede separarse de una reflexión más amplia sobre qué significa aprender y educar. La IA no resolverá por sí sola los problemas estructurales de los sistemas educativos; su integración solo podrá ser verdaderamente significativa si está acompañada de una reflexión interdisciplinar que ponga el aprendizaje humano —en toda su complejidad corporal, afectiva y relacional— en el centro. Así, la IA no solo ofrece nuevas herramientas para la educación, sino también una posibilidad única para repensarla. Si se logra reconocer esto, será posible imaginar una educación en tiempos de IA que no sea menos humana, sino más consciente y consonante con lo que significa aprender.

REFERENCIAS

- Abrahamson, D., & Lindgren, R. (2014). Embodiment and embodied design. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2.^a ed., pp. 358–376). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.022>
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and non-anxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133(1), 1–24. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1>
- Barrett, L. F. (2017). *How emotions are made: The secret life of the brain*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Cea, I. (2023). The somatic roots of affect: Toward a body-centered education. En P. Fossa & C. Cortés-Rivera (Eds.), *Affectivity and learning: Bridging the gap between neurosciences, cultural and cognitive psychology* (pp. 555–583). Springer.
- Cea, I. (2024). Meta-learning modeling and the role of affective-homeostatic states in human cognition. *The Behavioral and Brain Sciences*, 47, e149. <https://doi.org/10.1017/S0140525X24000098>
- Chen, B., Cheng, J., Wang, C., & Leung, V. (2025). Pedagogical biases in AI-powered educational tools: The case of lesson plan generators. *Social Innovation Journal*, 30, 1–8.
- Craig, A. D. (2015). *How do you feel?: An interoceptive moment with your neurobiological self*. Princeton University Press.
- Di Paolo, L. D., White, B., Guénin-Carlut, A., Constant, A., & Clark, A. (2024). Active inference goes to school: The importance of active learning in the age of large language models. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 379(1911), 20230148. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0148>
- Díaz, B., & Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217, 105071. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105071>
- Doroudi, S. (2023). The intertwined histories of artificial intelligence and education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(4), 885–928. <https://doi.org/10.1007/S40593-022-00313-2>

- Durlak, J. A., Domitrovich, C. E., Weissberg, R. P., & Gullotta, T. P. (Eds.). (2015). *Handbook of social and emotional learning: Research and practice*. The Guilford Press.
- Fasoli, M., Cassinadri, G., & Ienca, M. (2025). The dark side of cognitive enhancement: A framework for the technologically induced cognitive diminishment. *Journal of Cognitive Enhancement*, 9(3), 346–359. <https://doi.org/10.1007/s41465-025-00331-7>
- Felin, T., & Holweg, M. (2024). Theory is all you need: AI, human cognition, and causal reasoning. *Strategy Science*, 9(4), 346–371. <https://doi.org/10.1287/stsc.2024.0189>
- Fotopoulou, A., & Tsakiris, M. (2017). Mentalizing homeostasis: The social origins of interoceptive inference. *Neuropsychanalysis*, 19(1), 3–28. <https://doi.org/10.1080/15294145.2017.1294031>
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition & Emotion*, 19(3), 313. <https://doi.org/10.1080/02699930441000238>
- Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- Giannakos, M., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y., Hernandez-Leo, D., Järvelä, S., Mavrikis, M., & Rienties, B. (2025). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour and Information Technology*, 44(11), 2518–2544. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886>
- Holmes, W., & Porayska-Pomsta, K. (2022). *The ethics of artificial intelligence in education: Practices, challenges, and debates*. Taylor & Francis.
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- Hutchins, E. (2010). Cognitive ecology. *Topics in Cognitive Science*, 2(4), 705–715. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01089.x>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2018). Memory and emotion. En L. F. Barrett, M. Lewis, & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (4.^a ed., pp. 564–578). The Guilford Press.
- Kosmyna, N., Hauptmann, E., Yuan, Y. T., Situ, J., Liao, X.-H., Beresnitzky, A. V., Braunstein, I., & Maes, P. (2025). *Your brain on ChatGPT: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/pdf/2506.08872>
- Laak, K.-J., & Aru, J. (2025). AI and personalized learning: Bridging the gap with modern educational goals. *Educational Technology & Society*, 28(4), 133–150. [https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28\(4\).RP08](https://doi.org/10.30191/ETS.202510_28(4).RP08)
- Laak, K. J., Abdelghani, R., & Aru, J. (2024). Personalisation is not guaranteed: The challenges of using generative AI for personalised learning. En Y. P. Cheng, M. Pedaste, E. Bardone, & Y. M. Huang (Eds.), *Innovative technologies and learning* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 14785). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65881-5_5
- Macrine, S. L., & Fugate, J. M. B. (2022). Embodied cognition and its educational significance. En S. L. Macrine & J. M. B. Fugate (Eds.), *Movement matters: How embodied cognition informs teaching and learning* (pp. 13–24). MIT Press.
- Maturana, H., & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Reidel.
- Minsky, M., & Papert, S. (1969). *Perceptrons*. MIT Press.
- Mollema, W. J. T. (2025). A taxonomy of epistemic injustice in the context of AI and the case for generative hermeneutical erasure. *AI and Ethics*, 5(5), 5535–5555. <https://doi.org/10.1007/S43681-025-00801-W>
- Nathan, M. J. (2021). *Foundations of embodied learning: A paradigm for education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429329098>
- Newen, A., De Bruin, L., & Gallagher, S. (2018). *The Oxford handbook of 4E cognition*. Oxford University Press.
- Ormrod, J. E., Anderman, E. M., & Anderman, L. H. (2019). *Educational psychology: Developing learners* (10.^a ed.). Pearson.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Penny, S. (2022). Sensorimotor debilities in digital cultures. *AI & Society*, 37(1), 355–366. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01186-0>
- Petrone, J. (19 de marzo de 2025). AI Leap 2025: Estonia sets the global standard for AI in education. *e-Estonia*. <https://e-estonia.com/ai-leap-2025-estonia-sets-ai-standard-in-education/>

- Porayska-Pomsta, K. (2024). *From algorithm worship to the art of human learning: Insights from 50-year journey of AI in education* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2403.05544>
- Pratschke, B. M. (2024). *Generative AI and education. Digital pedagogies, teaching innovation and learning design*. Springer.
- Püschel, I., Reichert, J., Friedrich, Y., Bergander, J., Weidner, K., & Croy, I. (2022). Gentle as a mother's touch: C-tactile touch promotes autonomic regulation in preterm infants. *Physiology & Behavior*, 257, 113991. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113991>
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach* (3.^a ed.). Prentice Hall.
- Sbarra, D. A., & Hazan, C. (2008). Coregulation, dysregulation, self-regulation: An integrative analysis and empirical agenda for understanding adult attachment, separation, loss, and recovery. *Personality and Social Psychology Review*, 12(2), 141–167. <https://doi.org/10.1177/1088868308315702>
- Schaefer, A., & Philippot, P. (2005). Selective effects of emotion on the phenomenal characteristics of autobiographical memories. *Memory*, 13(2), 148–160. <https://doi.org/10.1080/09658210344000648>
- Seth, A. K. (2021). *Being you: A new science of consciousness*. Penguin Random House.
- Thompson, E. (2007). *Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Harvard University Press.
- VandenBos, G. R. (Ed.). (2015). *APA dictionary of psychology* (2.^a ed.). American Psychological Association.
- van Rooij, I., Guest, O., Adolphi, F., de Haan, R., Kolokolova, A., & Rich, P. (2024). Reclaiming AI as a theoretical tool for cognitive science. *Computational Brain & Behavior*, 7(4), 616–636. <https://doi.org/10.1007/s42113-024-00217-5>
- Videla, R. (2025). *Andar una pedagogía: Cuerpos, paradojas y resonancias*. Nueva Mirada Ediciones.
- Videla, R., Parada, F. J., Aros, M. B., Ramírez, P., Sarzosa, A., Jorquera, D., Palma, C., Trujillo, A., Ibacache, D., González, M. J., Velásquez, A., Molina, K., Barraza, M., & Kausel, L. (2025a). Breaking barriers in education: Leveraging 3E approach and technology to foster inclusion for SEN students. *Frontiers in Education*, 10, 1554314. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1554314>
- Videla, R., Penny, S., & Ross, W. (2025b). 'If you can't dance your program, you can't write it': Challenges and implications for AI in education. *ACM Transactions on Computing Education*, 26(3), Artículo 43. <https://doi.org/10.1145/3759257>

Videla, R., & Veloz, T. (2023). The 4E approach applied to education in the 21st century. *Constructivist Foundations*, 18(2), 153–157. <https://constructivist.info/18/2/153>