

3



De la cibernética a la IA: Un análisis histórico-discursivo de la transformación digital en educación[†]

From cybernetics to AI: A historical-discursive analysis of the digital transformation in education

Eric Ortega González*;
Isabel Vilafranca Manguán**;
Laura Fontán de Bedout ***

DOI: 10.5944/reec.48.2025.45384

Recibido: 15 de mayo de 2025
Aceptado: 8 de septiembre de 2025

[†] Este artículo se enmarca en el proyecto de investigación «Imaginaris sociotécnicos en educación: redes políticas de gobernanza digital y soberanía digital (SocioTechED)» financiado por el Programa Estatal de generación de conocimiento del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. Referencia: PID2022-136345OA-I00

*ERIC ORTEGA GONZÁLEZ: Graduado en Pedagogía. Doctor en Educación y Sociedad. Profesor lector del Departamento de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Barcelona. Miembro del Grupo de Investigación en Educación Moral (GREM) y colaborador del Grupo de Investigación en Pensamiento Pedagógico y Social (GREPPS). Entre sus principales áreas de investigación cabe destacar el Pensamiento Pedagógico Contemporáneo, la Filosofía de la Educación y la Educación Moral. **Datos de contacto:** E-mail: ericortega@ub.edu. <https://orcid.org/0000-0002-6747-0336>

ISABEL VILAFRANCA MANGUÁN: Licenciada y doctora en Pedagogía y licenciada en Filosofía por la Universidad de Barcelona. Profesora agregada del Departamento de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Barcelona. Investigadora Principal del grupo de investigación consolidado GREPPS (Grupo de Investigación en Pensamiento Pedagógico y Social) de la Universidad de Barcelona. Asimismo, es miembro del IRE (Instituto de Investigación Educativa) de la misma universidad. Entre sus principales áreas de conocimiento e investigación cabe destacar el Pensamiento Pedagógico Contemporáneo y la Historia de la Educación. **Datos de contacto: E-mail: ivilafranca@ub.edu. <https://orcid.org/0000-0002-5727-3902>

*LAURA FONTÁN DE BEDOUT: Graduada en Filosofía y Psicología. Doctora en Educación y Sociedad. Profesora lectora del Departamento de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Barcelona. Miembro del Grupo de Investigación en Educación Moral (GREM) y colaboradora del Grupo de Investigación en Pensamiento Pedagógico y Social (GREPPS). Entre sus principales áreas de conocimiento e investigación cabe destacar la Teoría de la Educación y la Educación Moral. **Datos de contacto:** E-mail: laurafontan@ub.edu. <https://orcid.org/0000-0002-5727-3902>

Resumen

Este artículo presenta un análisis histórico-discursivo de la transformación digital en la educación, trazando su evolución desde la cibernética hasta la actual expansión de la inteligencia artificial (IA). Se sostiene que estos desarrollos tecnológicos no deben entenderse como fenómenos neutrales o recientes, sino como procesos históricamente situados, profundamente vinculados a contextos económicos y políticos específicos. Crisis globales importantes —como la Gran Depresión, la crisis del petróleo de 1973, el colapso financiero de 2008 y la pandemia de COVID-19— han actuado como catalizadores de cambios tecnológicos y reformas educativas importantes. Mediante una metodología histórico-discursiva, el estudio revisa cuatro fases clave: el surgimiento de la cibernética y la teoría general de sistemas (1940–1960), el auge de la tecnología educativa y la pedagogía cibernética (1960–2008), el desarrollo de la pedagogía digital (2008–2019) y el reciente aumento de la IA en la educación tras la crisis de la COVID-19 (2019–2025). El enfoque utilizado destaca cómo las crisis económicas han justificado la adopción de políticas neoliberales y tecnosolucionistas que integran cada vez más intereses privados y lógicas de mercado en la educación pública. Los resultados muestran un cambio gradual desde modelos educativos centrados en la autorregulación, la adaptación y el desarrollo humano integral hacia enfoques más tecnocráticos e instrumentales que priorizan la eficiencia, la estandarización y la automatización. La incorporación de la IA y la gobernanza digital agudiza estas tendencias, generando riesgos relacionados con la depersonalización de la educación y la erosión de los valores educativos democráticos. La conclusión subraya que la actual transformación digital en la educación es el resultado de decisiones históricas que han redirigido las prioridades educativas desde una lógica humanista hacia una corporacionista. El artículo aboga por un retorno a los fundamentos humanistas del enfoque sistémico-cibernetico, promoviendo una democracia digital orientada al bien común, respaldada por infraestructuras públicas y control social sobre las tecnologías educativas.

Palabras clave: Cibernética; Inteligencia Artificial; Tecnología Educativa; Transformación Digital; Pedagogía digital

Abstract

This article provides a historical-discursive analysis of the digital transformation of education, tracing its evolution from cybernetics to the current proliferation of artificial intelligence (AI). The article argues that these technological developments should not be viewed as neutral or recent phenomena, but rather as processes deeply rooted in specific economic and political contexts. Major global crises, such as the Great Depression, the 1973 oil crisis, the 2008 financial collapse, and the 2019–2025 pandemic, have acted as catalysts for technological change and educational reform. Adopting a discursive-historical approach, the study examines four pivotal phases: the emergence of cybernetics and general systems theory (1940–1960); the ascent of educational technology and cybernetic pedagogy (1960–2008); the development of digital pedagogy (2008–2019); and the recent surge in AI's presence in education post-2019. The adopted approach highlights how economic crises have led to the implementation of neoliberal and technosolutionary policies, which increasingly incorporate private interests and market principles into public education. The results reveal a gradual transition from educational models centred on self-regulation, adaptation, and comprehensive human development, towards more technocratic and instrumental methodologies that prioritise efficiency, standardisation, and automation. The incorporation of AI and digital governance exacerbates these trends, generating risks relating to the depersonalisation of education and the erosion of democratic educational values. The conclusion emphasises that the current digital transformation in education is the result of historical decisions that have shifted educational priorities from a humanistic to a corporatist logic. The article therefore argues for a return to the humanistic foundations of the systemic-cybernetic approach, promoting a digital democracy oriented towards the common good and supported by public infrastructure and social control over educational technologies.

Keywords: Artificial Intelligence; Cybenetics; Digital pedagogy; Digital Transformation; Educational Technology

1. Introducción

La aceleración de la transformación digital y la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo —intensificadas tras la pandemia de COVID-19— no constituyen fenómenos aislados ni estrictamente contemporáneos. Por el contrario, forman parte de un proceso histórico que hunde sus raíces en los desarrollos técnico-científicos posteriores a la Segunda Guerra Mundial, así como en las coyunturas económicas que los propiciaron (Wooldridge, 2020; Mauchly, 1980). En efecto, entre las décadas de 1940 y 1960, surgieron avances informáticos decisivos impulsados por el excedente tecnológico y cognitivo generado durante el conflicto bélico (Rav, 2002). Paralelamente, emergieron nuevos marcos teóricos y discursivos —provenientes de la cibernética (Wiener, 2019) y la teoría general de sistemas (Von Bertalanffy, 1950)— que articularon conceptos que tendrían una profunda influencia en el pensamiento pedagógico de las décadas posteriores (Cope y Kalantzis, 2022).

No obstante, esta influencia no puede comprenderse únicamente a partir de los avances técnico-científicos. Es preciso también atender a la manera en que el sistema económico ha configurado los marcos en los que emergen tanto las tecnologías como las ideas asociadas. Desde Marx (1867/2013) es sabido que el capitalismo no es un sistema estable, sino un modo de producción atravesado por crisis recurrentes y procesos de transformación. Autores como Harvey (2005) ha mostrado cómo las crisis actúan como catalizadores de reestructuración del capital, dando lugar a nuevas formas de acumulación y control social, mientras que Fraser (2017) ha destacado el carácter híbrido del capitalismo, capaz de articular simultáneamente lógicas económicas, políticas y culturales, lo que permite comprender cómo la educación se convierte en un espacio estratégico para la legitimación y expansión de cada fase histórica del sistema, funcionando no solo como transmisora de saberes, sino también como dispositivo de integración y ajuste a los imperativos del capital.

En el caso español, estos discursos tecnocientíficos se tradujeron, a partir de los años setenta, en una concepción sistémico-cibernética de la educación (Sanvisens, 1984b), enmarcada en un enfoque humanístico que aspiraba a integrar los avances tecnológicos sin renunciar a una visión holística del proceso educativo centrado en el desarrollo integral de la persona (Doroudi, 2023). Sin embargo, a partir de los años noventa, en una evolución que debe entenderse también en el contexto de lo que Boltanski y Chiapello (1999) denominaron la capacidad del capitalismo de incorporar y metabolizar las críticas, transformándolas en nuevas formas de legitimación y de organización, este enfoque sufrió una transformación sustantiva con la consolidación del campo de la «tecnología educativa» (Cabero, 1996), dando lugar a un giro tecnosolucionista que privilegió la eficiencia, la medición y la automatización por encima de los aspectos humanos y formativos de la educación (de Pablo-Pons, 1997).

Este cambio de paradigma ha desembocado en un modelo educativo cada vez más subordinado a lógicas técnicas y algorítmicas, cuya máxima expresión se encuentra hoy, tras la aceleración resultante del *shock* (Klein, 2007) acontecido por crisis de la COVID-19, en la introducción de la IA en contextos escolares y universitarios (Williamson & Eynon, 2020). En este marco, el presente artículo propone un análisis histórico-discursivo que recorre algunos de los momentos clave de este proceso, con el objetivo de mostrar cómo los discursos y tecnologías que hoy configuran la transformación digital educativa se inscriben en una genealogía más amplia moldeada por

cambios económicos, tecnológicos y discursivos importantes. Asimismo, se pretende poner de relieve el desplazamiento desde una visión educativa humanista hacia una concepción instrumental, y reflexionar críticamente sobre los desafíos que este giro plantea para el presente y el futuro de la educación.

2. Cibernética y Teoría General de Sistemas: dos respuestas científicas al nuevo orden mundial (1940-1960)

En el contexto global, la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) representó el antídoto que la economía capitalista necesitaba para resolver los problemas que habían provocado el crack de 1929 y la profunda recesión de los años treinta en los países occidentales. El contexto económico mundial era devastador. Con el viernes negro del 29 se había producido una desbandada monetaria internacional y el mercado entró en irremediable quiebra. El sistema de cambios monetarios regido por el patrón oro, que ya había entrado en crisis a principios del siglo XX, aunque se mantuvo como punto de referencia para las naciones, terminó por colapsar definitivamente con el crack de Wall Street (Dopp, 2016). La consolidación de los fascismos durante el segundo decenio del siglo XX, unida al hundimiento financiero extendido por las economías occidentales, culminó con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial.

Este panorama propició la convocatoria de la conferencia de Bretton Woods, en el estado de New Hampshire, en 1944. En ella se acordó el abandono definitivo del sistema basado en el patrón oro para sustituirlo por un sistema monetario llamado Gold Exchange Standard, o cambio oro. Este nuevo sistema implicaba que una moneda ya no era directamente convertible en oro, sino en la divisa de otro país, especialmente el dólar estadounidense, que se consolidó como moneda de referencia. Asimismo, se aprobó la creación del Fondo Monetario Internacional (FMI) y del Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo, conocido como Banco Mundial (BM), organismos que pasaron a desempeñar un papel importante en el reordenamiento económico global de posguerra, sirviendo posteriormente como instrumentos clave en la expansión del modelo neoliberal en los países en vías de desarrollo.

Este nuevo orden económico internacional no solo reorganizó las finanzas y el comercio mundial, sino que también proporcionó el marco material e ideológico que impulsó nuevos desarrollos científicos y tecnológicos. Entre ellos destaca la cibernética —tema que aquí nos interesa—, cuyo surgimiento tras la Segunda Guerra Mundial no puede entenderse al margen del contexto político, militar y económico de la época. Este impulso tecnocientífico fue fruto de un esfuerzo coordinado entre ciencia, industria y Estado, y sentó las bases de una nueva racionalidad técnico-científica orientada al control, la predicción y la automatización de los distintos órdenes materiales, tanto de la naturaleza como de la sociedad y del hombre (David, 1973).

En efecto, al final de la Segunda Guerra Mundial, por orden del Estado Mayor Norteamericano, se encargó al Dr. Norbert Wiener (1894-1964), junto con su colaborador J.H. Bigelow (1913-2003), el estudio de posibles mecanismos de control para la artillería antiaérea (Froese, 2016). En realidad, se trataba de que fueran capaces de seguir la trayectoria de un avión anticipándose a su posición futura, a fin de asegurar la coincidencia de los disparos con el avión objeto de su blanco (Cossa, 1963). Para este

cometido, los investigadores partieron de un cálculo de posibilidades (algoritmo), pero entendieron que para completar su estudio debían tener en cuenta el proceso que se realiza en el mecanismo de estimulación de la percepción humana. Observaron que cualquier solución del problema depende del principio de retroalimentación (*feedback*). De este modo, el cañón autodirigido que tenían que diseñar (destinado a disparar contra un objetivo móvil) era mandado (orientado o regulado) por un sistema de *feedback* que aportaba a la entrada del dispositivo una información referente a la distancia entre la dirección de dicho cañón y el emplazamiento del blanco en un momento determinado.

Es fruto de este encargo que Norbert Wiener, por aquel entonces profesor de matemáticas en el Instituto Tecnológico de Massachussets (USA), acabará desarrollando la cibernética, una nueva disciplina científica que otorga un papel central a la noción de retroalimentación. Wiener tomó el término del vocablo griego *kybernesis*, que significa ‘acción de gobernar’, y lo aplicó a los sistemas automáticos, tanto mecánicos como biológicos. En su teoría, la retroalimentación permite a los sistemas —máquinas o seres vivos— autorregularse y adaptarse a partir de la información que reciben (Wiener, 2019), estableciendo una analogía entre los seres vivos y las máquinas, entidades que aprovechan la información que les proporciona la interacción con el entorno para perfeccionar (u optimizar) las comunicaciones entre sus elementos (Vallepierre, 1971). Es por eso que cuando Robert Wiener toma el nombre de *Cybernetics* para esta nombrar a esta nueva disciplina no lo adopta de forma aleatoria pues sus investigaciones se basaban en comparar al hombre y la máquina, abundando en las posibilidades de un «auto-pilotaje o autocontrol» a través de mecanismos de *feedback*. De ahí que Wiener concibiese la cibernética como la ciencia de la conducta de los seres y de su gobierno, naciendo y consolidándose alrededor del estudio y optimización de los automatismos, campo en el que consiguió los éxitos más clamorosos.

Por lo tanto, la palabra cibernética, tal y como afirma Wladislaw Sluckin, se asimila a la técnica de los mecanismos de regulación, así como a la ciencia que estudia sus principios teóricos y sus posibles aplicaciones en distintos ámbitos. Puede entenderse como la ciencia y técnica de los «robots» —en el sentido de que robot alude al piloto, al que se conduce a sí mismo, es decir, al autómatas—, y, por tanto, como la ciencia de los cerebros electrónicos o de los mecanismos automáticos (Sluckin, 1971). En esta línea, el propio Sluckin afirma que la cibernética sería, en última instancia, la ciencia de los sistemas de reflexión o retroacción, dado que en los circuitos que analiza —ya sean de servomecanismos electrónicos o de transmisión de señales— opera siempre algún tipo de autorregulación, que constituye precisamente su objeto central de estudio.

Desde una perspectiva más mecánica, este principio de autorregulación puede entenderse como el proceso mediante el cual las diferencias entre un efecto real y un efecto ideal generan una señal —ya sea en forma de energía o de información— que se reintroduce en el sistema. Esta señal actúa corrigiendo las desviaciones producidas, tendiendo así a anular la diferencia que la originó. Se trata, en definitiva, de un proceso por el cual el mecanismo revierte parcialmente su función para mantener un equilibrio, lo que se conoce también como retrocompensación o autorregulación.

Esta lógica de funcionamiento permite distinguir dos tipos fundamentales de *feedback* con aplicaciones especialmente útiles. Por un lado, puede servir para estabilizar un sistema (*feedback* de equilibrio), es decir, para devolverlo a un determinado estado cada vez que tiende a desviarse. Por otro lado, puede permitir que un sistema se mantenga orientado hacia un estado variable (*feedback* de oscilación), lo que habilita a los

autómatas —robots o dispositivos autorregulados— a perseguir objetivos móviles adaptándose continuamente a los cambios del entorno.

En este sentido, un sistema automático es aquel que, además de ejecutar funciones, puede autorregularse en función de la información que recibe. Esto explica, en buena medida, por qué la cibernética puede considerarse un antecedente directo de la Inteligencia Artificial (Singh, 1972). A partir de la noción de *feedback*, Wiener concedió especial importancia al desarrollo de máquinas capaces de aprender de su experiencia, es decir, programadas para interpretar la información proveniente del entorno y generar respuestas adecuadas en función de ella.

De este modo, la cibernética —como ciencia del control y de la comunicación en sistemas complejos— sentó las bases conceptuales y técnicas para el posterior desarrollo de la Inteligencia Artificial (Sontag y Tesoro, 1972). Al centrarse en el procesamiento, transmisión y regulación de la información, ofreció un marco teórico que permitió imaginar máquinas no solo automáticas, sino también adaptativas y capaces de aprender de su experiencia.

En esa misma línea de pensamiento sistémico, aunque desde una perspectiva más biológica y organizativa, se desarrolló de forma paralela a la Cibernética la Teoría General de Sistemas, postulada por Bertalanffy en su obra «General Systems Theory» (GST), aparecida también tras de la Segunda Guerra Mundial. En esta obra su autor nos recuerda que no se han de estudiar los elementos o los procesos aislados, sino que han de abordarse en interacción dinámica con otros elementos o el entorno.

En términos generales, Bertalanffy define un sistema como un «complejo de elementos que actúan recíprocamente». La Teoría General de Sistemas centra su atención en la interacción dinámica entre múltiples variables, es decir, entre sistemas interrelacionados en constante transformación. Desde esta perspectiva, un sistema abierto es aquel que intercambia materia con su entorno: incorpora elementos del exterior que, una vez dentro del sistema, pueden generar reacciones que conducen a estados de mayor complejidad. Este funcionamiento establece un punto de contacto fundamental con la cibernética (George, 1968). En efecto, cuando un sistema abierto recibe información del entorno, dicha información introduce una perturbación —una entropía o punto de desequilibrio— que lo obliga a reaccionar mediante mecanismos de retroalimentación en una respuesta que busca restaurar el equilibrio por medio de la adaptación y la evolución, tal como plantea la lógica autorreguladora propia de la cibernética (von Bertalanffy, 1974). Así, en un trabajo publicado en 1950 titulado «The Theory of open systems in Physics and Biology», Bertalanffy parte de cuatro tesis:

Queda claro que la propuesta de Bertalanffy sostiene que los sistemas vivos pueden definirse como sistemas abiertos, organizados jerárquicamente que se mantienen a sí mismos o se desarrollan hacia un estado estable. Con el paso del tiempo, el fundador y los primeros seguidores de la teoría de sistemas apreciaron la posibilidad de explicar en términos sintéticos la naturaleza del hombre, la sociedad, la historia, etc., y entendieron que la SGT comprendía en su seno, como disciplinas subordinadas, la cibernética, la teoría de la información y otras muchas ciencias del desarrollo reciente. Así el destino de la cibernética, como ciencia humanística, quedaba unido al de la Teoría General de Sistemas, de la que podía definirse como ciencia subordinada. A partir de un determinado momento empezó, en consecuencia, a hablarse de sistemas cibernéticos o de cibernética y teoría de sistemas. Lo que en términos educativos se cristalizó con el nombre de Pedagogía Cibernética y Teoría de Sistemas o Pedagogía Sistémico-Cibernética.

3. De la Pedagogía cibernética a la Tecnología Educativa (1960-2008)

La crisis del petróleo de 1973, además de arruinar muchas economías frágiles, marcó el principio del fin del keynesianismo como doctrina hegemónica en el sistema económico mundial. Desde entonces, el liberalismo—tras haber competido durante décadas con el marxismo y el keynesianismo por la hegemonía de las ideas— experimentó un resurgimiento bajo nuevas formas, especialmente el monetarismo promovido por la escuela de Chicago, con Milton Friedman a la cabeza, a partir de los años 80 (Eichengreen, *et al.*, 2024). Esta corriente, surgida para dar respuesta a la alta inflación que estaban aconteciendo en los países occidentales, recuperó los principios del mercado autorregulado, defendiendo la mínima intervención del Estado y el control estricto del suministro de dinero a través de los tipos de interés como pilares de la estabilidad económica. Tal orientación fue asumida con entusiasmo por los principales organismos financieros internacionales, como el FMI y el Banco Mundial, consolidando el proyecto neoliberal que ha dominado las últimas décadas (Eichengreen, 2021).

En el plano político y social, esta transformación coincidió con un creciente descrédito de lo público y de las políticas keynesianas asociadas al Estado del bienestar. La llamada «revolución conservadora», liderada por figuras como Margaret Thatcher y Ronald Reagan (Gerstle, 2023), promovió la eficiencia, la competitividad y la rendición de cuentas como valores rectores no solo de la economía, sino también de la gestión pública y, por extensión, de la educación. En este nuevo clima, el sistema educativo fue progresivamente reconceptualizado como un subsistema dentro de un entorno social dinámico, abierto y sometido a exigencias de eficiencia, evaluación continua y resultados medibles.

Es en este contexto que la cibernética, inicialmente desarrollada como teoría del control y la comunicación en sistemas complejos, encontró una aplicación fértil en el ámbito educativo. Su modelo autorregulador, basado en la retroalimentación y la adaptación constante, ofrecía herramientas conceptuales y técnicas coherentes con las lógicas del momento: convertir la educación en un sistema evaluable, optimizable y funcional. Aunque uno de los primeros esfuerzos por vincular cibernética y pedagogía debe ser situados en la obra *Cibernética y pedagogía* (1972) del profesor moscovita Lev Nakhmanovich Landa (1927–1999), en el caso español esta perspectiva fue asumida y desarrollada por Alejandro Sanvisens Marfull (1918–1995), catedrático de Pedagogía General en la Universitat de Barcelona. Sanvisens articuló una teoría de la educación que, más allá de una pedagogía aplicada, aspiraba a ser una pedagogía sistemática y fundamental. En ella combinaba métodos discursivo-reflexivos con aproximaciones descriptivo-empíricas, proponiendo una visión de la educación como sistema complejo abierto, en diálogo constante con su entorno y susceptible de análisis mediante principios cibernéticos (Sanvisens, 1984a).

Así pues, en su teoría de la educación expuesta en su *Introducción a la Pedagogía* (1984b) se relaciona íntimamente con la filosofía de la educación, al realizar una reflexión sistemática sobre la educación como proceso, realización, actividad, sistema y como hecho humano, social y cultural. A su vez, la teoría de la educación se relaciona con la pedagogía en su dimensión empírica, normativa, práctica e institucional, precisando y delimitando las bases de toda actividad educativa.

Esta visión relacional de la pedagogía no puede desconectarse, por otra parte, de su enfoque sistémico-cibernético. La realidad, según esta concepción, es sistémica, es decir, está estructurada sistemáticamente por la interrelación de los diferentes elementos que la integran y que generan distintos niveles de complejidad. De esta forma, tal y como planteó Sanvisens en su libro *Cibernética de lo humano* (1984a) y en sus contribuciones posteriores, la educación también es sistémica. En suma, según esta concepción sistémico-cibernética, como afirma Vilanou a propósito de la aportación pedagógica de Sanvisens:

«la educación es básicamente un proceso a) informativo-comunicativo, b) codificativo, c) regulador, d) optimizante y e) evolutivo. La optimización que la educación persigue puede ser 1) adaptativa, fundamentada en el *feedback*, 2) proyectiva, basada en el control anticipatorio y en el *feed-before* y 3) introyectiva, articulada en el hecho de la conciencia. En efecto, la conciencia y el autodeterminismo caracterizan las acciones humanas». (Vilanou, 1996, p. 69)

De hecho, siguiendo la perspectiva cibernética, en la década de 1970 los biólogos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela propusieron una redefinición radical de los seres vivos como sistemas autopoiéticos, es decir, capaces de producir y mantener su propia organización a partir de sus componentes (Maturana y Varela, 1973).

En una línea convergente, aunque anterior, el psiquiatra cibernético W. Ross Ashby ya había ampliado el concepto wieneriano de retroalimentación mediante la introducción del principio de ultraestabilidad (Ashby, 1960). Al preguntarse cómo los animales son capaces de adaptar su conducta ante circunstancias imprevistas, W. Ross Ashby desarrolló un modelo que explicaba cómo la organización interna de un sistema puede reajustarse automáticamente hasta alcanzar un nuevo patrón de comportamiento eficiente y efectivo. Según este planteamiento, el sistema permanece en un proceso de cambio continuo hasta encontrar una nueva configuración estable (Froese, 2016). Trasladado al ámbito pedagógico, este enfoque permite entender el proceso educativo como un proceso de conducción o de orientación de la conducta, que ha de respetar la personalidad y la libertad del individuo. Desde esta concepción sistémico-cibernética, Alejandro Sanvisens Marfull analizó con detalle las relaciones entre información y educación, así como su proyección futura. En esta línea, publicó diversos trabajos relevantes, entre los que destacan *Información y Educación* (1987) e *Importancia de la documentación educativa* (1992), donde analiza el papel de los flujos informacionales en la estructuración de los procesos formativos.

Una de las derivaciones de la cibernética, que el propio Sanvisens reconoció, fue la enseñanza programada (Skinner, 1979). Según Landa (1972, p. 28) los principios fundamentales de la enseñanza programada son:

- 1) Actividad. Si el alumno solo escucha lo que le explican y permanece pasivo, aprovechará menos que si actúa por sí mismo.
- 2) Descomposición del material de estudio en elementos (cuadros) y exposición de estos siguiendo un orden rigurosamente lógico
- 3) Control sobre la asimilación de cada cuadro de material e inmediato reforzamiento de las respuestas de los alumnos
- 4) Individualización de la enseñanza. Este principio presupone tomar en consideración tanto el ritmo individual de trabajo de cada alumno como otras peculiaridades individuales.

La enseñanza programada, un claro antecedente de la IA aplicada a la educación, se basaba en el control, y posible autocontrol y regulación, por parte del educando de su propio proceso de aprendizaje (Watters, 2021). Esto abrió la puerta a la introducción de la tecnología y de las redes en educación (Aguareles *et al.*, 1985). Sin embargo, el propio Sanvisens, llamó la atención sobre la importancia de la dimensión humana en el uso de la programación y de la tecnología educativa. Si bien resultaba atractivo el abanico de oportunidades que se estaban abriendo a partir de la enseñanza programada, también era verdad que era importante la dimensión humanística y la influencia humana del educador en detrimento de la enseñanza determinista y unidimensional —esto es, deshumanizada— que Niklas Luhmann y Karl-Eberhard Schorr (2000) denunciaron a finales de los años 70 al señalar cómo la teoría de sistemas aplicada a la educación generaba una visión en la que los estudiantes quedaban reducidos a nodos de procesamiento de información dentro de un sistema cerrado. En este marco, la pedagogía se concebía más como un problema de gestión de flujos comunicativos que como un encuentro formativo entre sujetos. No se trataba pues de someter la educación a la tecnología sino de someter la tecnología a los fines más amplios y humanos de la educación. Así lo enunciaba el propio Sanvisens:

«Precisamente para que el hombre, y justamente el hombre educador, sepa a qué atenerse respecto a su creación y control de medios tecnológicos, y contrarreste con su espíritu irreductible y renovador el mero significado técnico y positivo de tales métodos, debe imponerse en ellos y tratar de superar a través de los mismos y por su influencia humana el sentido de una educación determinística y unidimensional. Conociendo adecuadamente el objeto, la orientación y la efectividad de tales métodos podrá emplearlos también adecuadamente con un fin precisamente humanístico. Para humanizar los medios, el educador debe dominarlos con su conocimiento superior y su acción humana, rectamente dirigida». (Sanvisens, 1984a, p. 163)

Y de esto trata en última instancia la cibernética de lo humano, a saber, poner la cibernética pedagógica al servicio del desarrollo humanístico y no a la inversa, reto que debe hacer suyo tanto la enseñanza programada, la Tecnología Educativa o la Pedagogía digital como la Inteligencia Artificial aplicada a la educación.

4. De la Tecnología Educativa a la Pedagogía Digital (2008-2019)

Conviene recordar que la crisis financiera de 2008 tuvo su origen en la asunción de riesgos excesivos por parte de las instituciones financieras estadounidenses, particularmente a través de la concesión masiva de préstamos hipotecarios de alto riesgo a compradores de ingresos medios y bajos. Esta política monetaria expansiva favoreció la proliferación del crédito irresponsable y de innovaciones financieras de elevado riesgo, lo que condujo al colapso del mercado de bonos y derivados vinculados a dichas hipotecas (Cárcamo y Arroyo, 2009). Así se produjo el estallido de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos, cuyo impacto pronto se extendió a escala global.

El colapso del mercado inmobiliario estadounidense en 2006 desembocó, hacia octubre de 2007, en la denominada crisis de las hipotecas *subprime*, fenómeno que, según voces autorizadas, marcó el fin de los llamados «felices noventa» (Stiglitz, 2010a). En

2007, el desplome irremediable del valor de las hipotecas asociadas a bienes raíces en Estados Unidos provocó pérdidas catastróficas en instituciones financieras de todo el mundo. La crisis alcanzó su punto álgido el 15 de septiembre de 2008 con la quiebra ineludible de *Lehman Brothers*, que precipitó una crisis bancaria internacional de grandes proporciones (Stiglitz, 2010b). Ante el tsunami de pérdidas, los gobiernos se vieron obligados a intervenir con rescates masivos de instituciones financieras, así como con políticas monetarias y fiscales paliativas para evitar el colapso del sistema financiero global. A esta situación le siguió una profunda crisis de liquidez que desencadenó, de forma indirecta, otras disrupciones económicas: una crisis alimentaria mundial, el desplome de los mercados bursátiles (octubre de 2008), desequilibrios económicos internacionales y, finalmente, una gran recesión. Esta última derivó en el deterioro de la deuda soberana de la eurozona, visible en el caso del déficit griego (2009) y en la crisis financiera islandesa (2008-2011).

En este contexto, el FMI estimó que las pérdidas de los principales bancos estadounidenses y europeos ascendieron a más de un billón de dólares en activos tóxicos y préstamos incobrables entre enero de 2007 y septiembre de 2009 (Pérez, 2009). La pérdida de confianza de los inversores en la solvencia bancaria, sumada al desplome del valor de las acciones y de las materias primas, aceleró el deterioro de la economía global, provocando nuevas quiebras bancarias. El consiguiente endurecimiento del crédito afectó gravemente al mercado, la demanda y el comercio internacional.

Al amparo de esta recesión mundial, el filantropocapitalismo se erigió como una nueva forma de financiación de la cooperación al desarrollo. A través del partenariado y las alianzas público-privadas para el desarrollo se ha hallado una forma común de filantropía para la financiación de actividades que hasta entonces entraban dentro del ámbito público, local, nacional o global. Así, se vinculó definitivamente la filantropía, con la responsabilidad social y la imagen pública de algunas fundaciones o Instituciones Sin Ánimo de Lucro (ISFL) cuyo objetivo era colaborar con el sector público para financiar parte de su actividad (Mediavilla, 2015). El filantropocapitalismo, que consistió principalmente en la inversión «altruista» que reportara beneficios, encontró su caldo de cultivo especialmente en el ámbito de la sanidad, entroncando con la estrategia global de desarrollo humano incorporándose en los objetivos del milenio (ONU, 2000), convertidos posteriormente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Así fundaciones como *Bill and Melinda Gates*, *Global Fund* o la *Rockefeller Foundation*, entre otras, empezaron a colaborar para luchar contra el AIDS (sida), la malaria o la poliomielitis u otras epidemias que amenazaban a la población civil mundial. Esto comportó la expansión del capitalismo, la transnacionalización de la sociedad civil, la globalización económica y la democracia neoliberal, entre otros muchos efectos (Žižek, 1998). De esta forma, se desarrollaron políticas neoliberales que, bajo el impulso del filantropocapitalismo, buscaban los mismos beneficios y rentabilidades en sus fundaciones de ayuda filantrópica que en su actividad principal (Lohmann, 2007), lo que suponía el primer paso hacia la hibridación entre lo público y lo privado del capitalismo.

En materia educativa, llegaron los años en los que se consolidaba la Tecnología Educativa que, siguiendo las bases del enfoque sistémico-cibernético de la educación, se concibió como un «conjunto de procedimientos basados en el conocimiento científico que permitía diseñar y desarrollar programas educativos de modo sistemático y racional» (Area Moreira, 2009, p. 17). Irrumpía aquí lo que se ha denominado solucionismo tecnológico o tecnosolucionismo (Morozov, 2015). Presentar la información o los

procesos de aprendizaje a través de las nuevas tecnologías permitía una ruptura con el modelo de organización lineal de la cultura impresa considerada ya obsoleta frente a una tecnología aparentemente todopoderosa. Ante el desfase o desajuste de los sistemas y procedimientos educativos, la tecnología educativa se presentaba como una aparente tabla de salvación para actualizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la era de la información (Cabero, 2007). De esta guisa, empezaron a desarrollarse contenidos educativos con imagen, sonido, hipertextos, multimedia, hipermedia que permitían relacionar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con los objetivos educativos a través de la interactividad del sujeto. Proliferó, en estos años, el desarrollo de materiales didácticos y softwares educativos a través de la elaboración de multimedia educativos, entornos colaborativos a distancia, webs educativas, cursos online, campus virtuales, integrando internet en la docencia presencial o diseñando, desarrollando y evaluando programas y cursos de educación a distancia. Con todo, se consideró un gran progreso educativo puesto que se estaba desbancando los libros de texto, de consulta, los cuadernos de ejercicios y fichas de trabajo, los cuentos impresos o libros ilustrados, las publicaciones periódicas, considerados desfasados, e incluso, rancios y obsoletos.

Toda esta amalgama de TICs permitió diseños curriculares que incorporaban procesadores de textos, software de presentaciones multimedia y de edición de imagen y vídeos, blogs, pizarras digitales, foros virtuales, wikis, emails, portales web, aulas virtuales, transferencias de ficheros en campus virtuales, Cd-rom y un largo etc. Bajo la teoría del aprendizaje conductivista, el procesamiento de la información y el constructivismo se empezó a desplazar definitivamente la enseñanza programada para dar un paso hacia adelante en la enseñanza en línea, incorporando el uso de ordenadores como herramientas que permitían empaquetar e individualizar la enseñanza adaptándola a cada educando y a su particular ritmo de aprendizaje. Era la nueva era de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO), que se apoyaba en principios como el proceso natural de aprendizaje, el aprendizaje interactivo, la importancia de la autocorrección del error, la motivación y las ideas poderosas (o empoderamiento digital intelectual). Los sistemas de tutoriales inteligentes o los multimedia adaptativos fueron una de las herramientas privilegiadas dentro de este emergente enfoque de Tecnología Educativa. Todo esto abrió camino al eLearning (Gros, 2018), proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un entorno formativo basado en el uso de las TIC, de la enseñanza híbrida (*blended learning*) que combinaba la enseñanza presencial con el aprendizaje autónomo a través de plataformas digitales LMS (Learning Management System). Todo esto con la ayuda de softwares como MOODLE, WebCT, E-duca, y situando el aula virtual como el escenario idóneo para la educación a distancia, que permitía aprendizaje síncrono y asíncrono (Gros y Duvall, 2020).

Como consecuencia, el desarrollo de la Tecnología Educativa abrió el camino al surgimiento de la Pedagogía Digital, entendida como la incorporación de herramientas y estrategias digitales orientadas a optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Tal como se ha señalado, la crisis financiera de 2008 brindó una oportunidad propicia para aplicar políticas de austeridad y recortes en la educación pública, promoviendo soluciones aparentemente eficaces como los MOOCs —cursos masivos en línea (Daniel *et al.*, 2015), los cuales se presentaron como una panacea ante la reducción del gasto, en el marco de una lógica marcada por el tecnosolucionismo (Baldissera Carvalho y Do Amaral, 2020; Castañeda *et al.*, 2020). Justo en este proceso se consolida la transformación digital en educación, que a partir de entonces no tendrá freno ni parangón, configurando un horizonte donde lo digital se convierte en condición estructural e irreversible de lo educativo, tendencia que se intensificó aún más con la irrupción de la pandemia de la Covid-19.

5. De la Pedagogía Digital a la IA aplicada a la educación: Consecuencias de la crisis del Covid-19 (2019-2025)

Indiscutiblemente, la crisis provocada por la pandemia global de la Covid-19 aceleró de forma inexorable la expansión de la inteligencia artificial (IA) y la transformación digital, penetrando de lleno en los sistemas educativos de todo el mundo. La emergencia sanitaria incrementó la presión por reducir las interacciones humanas, tanto en los sectores de servicios como en el ámbito educativo. Los confinamientos prolongados y la adopción masiva del teletrabajo impulsaron, más que cualquier experto o visionario, el avance de la robótica, la automatización, el *big data* y las tecnologías educativas (EdTech).

Cuando trabajadores industriales, mecánicos, docentes o granjeros temían contagiarse en sus entornos laborales, la automatización de sus funciones empezó a percibirse como una solución «humanista». Incluso tras la aparición de las vacunas, persistió en el imaginario colectivo el temor a futuras pandemias, reforzando así la lógica de la automatización como estrategia preventiva. Esta amenaza repentina sirvió de catalizador a la lógica de la automatización de los puestos de trabajo. La repentina materialización de esta amenaza pandémica inspiró la aceleración de la implementación de tecnologías informáticas, softwares y apps capaces de asegurar la producción incesante y la distribución, comercialización y venta de bienes de primera necesidad.

En paralelo, y en consonancia con lo que se ha llamado «capitalismo de plataformas» (Srnicek, 2017), los sistemas educativos se vieron empujados a adoptar rápidamente modelos híbridos de enseñanza-aprendizaje, a expandir el uso de plataformas digitales (Williamson *et al.*, 2020), a activar el funcionamiento de campus virtuales y a fomentar la inversión pública en tecnología educativa. Esta apuesta por la digitalización se justificó como una oportunidad para aprovechar las ventajas de la IA y mejorar la productividad educativa en al menos tres frentes (Pasquale, 2024): en primer lugar, capacitar a quienes fueron desplazados por el avance de la automatización, el *big data* o la robótica; en segundo lugar, promover una economía más productiva que beneficiara a quienes optaban por estudios prolongados; y, por último, estimular la investigación y la docencia en un entorno de trabajo cada vez más reconfigurado por el poder informático.

Sin embargo, este proceso no ha estado exento de tensiones. Bajo una aparente neutralidad técnica, se ha consolidado una fuerte fetichización de las tecnologías digitales y una adhesión acrítica al tecnosolucionismo, donde alianzas público-privadas emergen como supuestas soluciones a los problemas sociales y educativos (Saura, 2025). En muchos sistemas educativos, términos aparentemente asépticos como «herramientas digitales», «software», «hardware» o simplemente «IA» y «transformación digital» han legitimado esta deriva (Saura, Lima y Arguelho, 2024). En este marco, la educación digital se presenta como una suerte de salvación inevitable, anunciada por los gurús del EdTech (Díez-Gutiérrez, 2021).

Todo ello ha permitido la penetración definitiva de la lógica privada en la educación pública, promoviendo una gobernanza híbrida en la que la gestión educativa queda subordinada a los intereses tecnológicos y económicos de grandes corporaciones. Se inaugura así una nueva etapa de filantropocapitalismo educativo, donde el solucionismo tecnológico actúa como un bálsamo tranquilizador (Jasanoff, 2015). Bajo este discurso, ya no se cuestionan los fines de la educación, ni se debate qué tipo de escuela necesita

la ciudadanía del siglo XXI. Se da por sentado que la EdTech es la buena educación, sin preguntarse realmente para qué se educa o a quién sirve la actual gobernanza digital.

Este proceso ha impulsado la expansión del llamado «edunegocio EdTech», con multinacionales del ámbito informático y de las telecomunicaciones —como la Fundación Bill y Melinda Gates, la Hewlett Foundation o la Chan Zuckerberg Initiative— transformando las escuelas en espacios de inversión y experimentación empresarial (Cancela, 2020). Un ejemplo cercano es el del Gobierno de España, que destinó 260 millones de euros a la compra de dispositivos digitales con conexión a internet para paliar la brecha digital. No obstante, esta supuesta solución no atacó la raíz del problema, que era fundamentalmente una grieta socioeconómica, ni garantizó un modelo inclusivo de educación.

Como ha subrayado Saura (2025), la aceleración tecnocientífica de la IA y la transformación digital en las políticas educativas se despliega mediante nuevos imaginarios sociotécnicos, dominados por tres tendencias: la fetichización de la innovación, el tecnosolucionismo y la financiarización. El primero construye un discurso de progreso y modernización irrefrenable; el segundo presenta las tecnologías como soluciones naturales e inevitables a cualquier problema educativo; y el tercero articula un marco especulativo donde priman los intereses del capital financiero y empresarial, comprometiendo el futuro de la educación pública.

En suma, estos nuevos modos de gobernanza digital educativa nos enfrentan a preguntas fundamentales: ¿innovación tecnológica en relación a qué?, ¿soluciones digitales para qué problemas?, ¿y financiación privada para beneficio de quién? Resulta incómodo admitir que no toda la población se beneficia de este fetichismo tecnológico. Lo que se promueve, más que el bien común, es un modelo neoliberal de gobernanza híbrida digital, donde prima la lógica empresarial y la maximización del beneficio frente a la gestión democrática de la educación.

6. A modo de conclusión: El desafío de retomar el humanismo pedagógico sistémico-cibernético en la era de la IA

Como se ha tratado de mostrar a lo largo del artículo, las distintas coyunturas económicas traídas a colación han constituido la base material sobre la que se ha desarrollado todo un entramado de disciplinas y discursos científicos que han tenido una repercusión notable en el pensamiento pedagógico y en el escenario educativo contemporáneo. Más concretamente, se ha observado una progresiva automatización y tecnologización de los procesos pedagógicos, fenómeno cuyas raíces pueden rastrearse en el desarrollo de la cibernética y la teoría general de sistemas, disciplinas que emergieron, en buena medida, del excedente cognitivo acumulado tras la Segunda Guerra Mundial, en un contexto de reordenación geopolítica y económica que aspiraba a construir un nuevo orden mundial. En dicho escenario, las disciplinas orientadas al control, a la regulación de la complejidad y a la automatización de sistemas materiales fueron percibidas como un valioso recurso estratégico del que disponer.

Este momento fundacional —podríamos denominarlo genético— sentó las bases para la progresiva incorporación de la racionalidad técnico-sistémica en el campo educativo. Posteriormente, en el marco de una economía global en la que el paradigma keynesiano comenzaba a mostrar signos de agotamiento, debido en parte a los efectos

desestabilizadores de la inflación en los países occidentales, emergió un nuevo consenso neoliberal, impulsado por políticas monetaristas orientadas a la eficiencia y la optimización de procesos. Fue en este contexto que el discurso cibernético encontró un terreno fértil para ser incorporado al discurso pedagógico. En España, esta adopción se manifestó de forma paradigmática en la obra de Alexandre Sanvisens, profesor de la Universitat de Barcelona, quien, a través de su propuesta de una «Pedagogía Cibernética», intentó dotar de un carácter humanista a estas nuevas orientaciones técnico-científicas. Sin embargo, este enfoque inicial, que buscaba un equilibrio entre tecnología y humanismo, fue progresivamente desplazado por una versión instrumentalista de la Tecnología Educativa.

A partir de las últimas décadas del siglo XX y a lo largo del primer decenio del siglo XXI, se consolidó un discurso pedagógico fuertemente marcado por el tecnosolucionismo: la creencia en que los problemas educativos pueden resolverse principalmente a través de soluciones técnicas. Este enfoque, frecuentemente acrítico, allanó el camino hacia la llamada Pedagogía Digital, en la que convergieron intereses corporativos y lógicas filantropistas, especialmente tras la crisis económica de 2008. Bajo la retórica de la innovación y la optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje, se promovieron modelos educativos que, lejos de reforzar el carácter público, emancipador democrático de la educación, contribuyeron a su mercantilización y a su creciente subordinación a los intereses del mercado. Esta capacidad del capitalismo para absorber incluso las críticas que recibe y transformarlas en nuevas formas de legitimación (Boltanski y Chiapello, 2002), explica por qué discursos como los de innovación, flexibilidad o creatividad se han convertido en condiciones estructurales de su renovación, también en el ámbito educativo.

Finalmente, la crisis sanitaria global provocada por la covid-19 actuó como catalizador de un proceso ya en marcha: la transformación digital intensiva de la educación. Lejos de ser una solución coyuntural, esta transformación ha sido aprovechada por las grandes corporaciones del sector EdTech como una oportunidad para profundizar en la automatización de los procesos pedagógicos mediante el uso de herramientas de inteligencia artificial. Como advirtió Naomi Klein (2007), los momentos de crisis constituyen escenarios privilegiados para imponer reformas que difícilmente habrían sido aceptadas en condiciones de normalidad; la pandemia, en este sentido, no hizo sino acelerar la adopción de arquitecturas educativas alineadas con la expansión global del capitalismo digital. Así, en nombre de la continuidad educativa, se han acelerado dinámicas que consolidan una visión algorítmica del aprendizaje, donde la interacción humana, el papel del docente y el sentido político y público de la educación quedan cada vez más desdibujados, lo que plantea interrogantes urgentes sobre el futuro de la educación pública, el papel de la tecnología en los procesos formativos así como la necesidad de repensar críticamente el vínculo entre pedagogía, tecnología y economía en el contexto de las democracias contemporáneas.

Frente a este proceso de tecnificación y automatización progresiva, profundamente influenciado por intereses corporativos y lógicas de mercado, los retos que esta situación plantea no pueden ser eludidos si se pretende defender una concepción democrática y humanista de la educación. La penetración del discurso tecnosolucionista, legitimado por las crisis económicas y sanitarias recientes, ha conducido a una creciente privatización de los datos, las infraestructuras y los algoritmos que median hoy gran parte de los procesos educativos (Srnieck, 2017). En este escenario, urge repensar críticamente las condiciones materiales y políticas bajo las cuales se está llevando a cabo la digitalización de la escuela (Fraser, 2017). Los desafíos actuales exigen ir más allá de la adopción irreflexiva de soluciones tecnológicas. Requieren, en primer lugar, la socialización de los

datos generados en los entornos educativos, que hoy se encuentran mayoritariamente en manos de grandes corporaciones tecnológicas cuyas lógicas operativas escapan al control democrático y al escrutinio público. En segundo lugar, es imperativo desarrollar infraestructuras digitales públicas, sostenidas con recursos públicos y gobernadas bajo principios de transparencia, equidad y rendición de cuentas. Esto implica una apuesta decidida por avanzar hacia una democracia digital que no solo haga uso de las tecnologías, sino que las someta al bien común y las inscriba en un marco político emancipador.

No se trata, por tanto, de rechazar frontalmente los avances tecnológicos ni de adoptar una postura neo-ludita ante las transformaciones digitales. Tampoco de idealizar, sin crítica, propuestas como el postcapitalismo o el llamado «socialismo digital». La cuestión central no reside en la aceptación o el rechazo de la tecnología *per se*, sino en las condiciones sociales, políticas y económicas que estructuran su desarrollo, circulación y apropiación. Lo que está en juego es la posibilidad de que los beneficios derivados de estas tecnologías se socialicen, se redistribuyan de forma justa, y se pongan al servicio de toda la comunidad educativa —y, por extensión, de toda la sociedad—, en lugar de alimentar los intereses de unas pocas plataformas privadas transnacionales.

En definitiva, se trata de repensar radicalmente el horizonte político de la educación digital. Esto implica, metafóricamente pero también materialmente, reiniciar o formatear el sistema: construir un nuevo marco de soberanía tecnológica basado en la socialización de la nube, en la reapropiación colectiva de los nuevos medios de producción digital, y en la generación de entornos de aprendizaje que sean abiertos, colaborativos y gobernados democráticamente. A partir de aquí, el análisis aquí apenas esbozado puede y debe completarse en varias direcciones: profundizando en el estudio de los actores políticos y económicos de la industria EdTech y su papel en la gobernanza digital; indagando en los procesos de privatización y financiarización de la educación y en las nuevas dinámicas de mercantilización del trabajo docente; examinando críticamente los imaginarios sociotécnicos que legitiman el avance del tecnosolucionismo y del fetichismo digital; y explorando, finalmente, las resistencias y prácticas de soberanía digital que emergen en defensa de la educación pública.

En paralelo, se abren también líneas de investigación específicamente relevantes para los estudios pedagógicos y, en particular, para la historia y la filosofía de la educación. Estas podrían orientarse a esclarecer cómo las distintas racionalidades tecnocientíficas han configurado históricamente el discurso pedagógico y a qué tensiones políticas dieron lugar; a examinar de qué modo las transformaciones digitales contemporáneas reconfiguran los ideales de educación integral, autonomía y emancipación; y a valorar críticamente los marcos teóricos desde los que pensamos la relación entre educación y tecnología. Solo así será posible que los actores públicos de la educación disfruten compartida y colectivamente de los beneficios del conocimiento como bien común en una democracia digital.

7. Referencias

Aguareles, M.A., Martínez, M., y Vives, M. (1985). *Renovación pedagógica y nuevas tecnologías*. Promociones Publicaciones Universitarias.

Area Moreira, M. (2009). *Introducción a la Tecnología Educativa*. Universidad de La Laguna.

- Ashby, W.R. (1960). *Design for a brain: the origin of adaptative behaviour*. Chapman and Hall.
- Baldissera Carvalho, E., y Do Amaral, A. J. (2020) Pandemia, vigilância e os perigos do solucionismo tecnológico. En L. Pilau, C. Clagaro, y L. Severo (Coords.), *COVID-19: ambiente e tecnologia* (pp. 94-109). Editora da Univali.
- Boltanski, L., y Chiapello, È. (2002). *El nuevo espíritu del capitalismo*. Akal
- Cabero, J. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.21556/edutec.1996.1.576>
- Cabero, J (Coord.). (2007). *Tecnología educativa*. McGraw-Hill.
- Cancela, E. (2020) La agenda común de Bill Gates y Mark Zuckerberg. *La Marea*, 77, 20-23.
- Cárcamo, M. L., y Arroyo M. P. (2009). La crisis hipotecaria de Estados Unidos y sus repercusiones en México. *Economía y Sociedad*, 24, 93-104.
- Castañeda, L.; Salinas, J. y Adell, J. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, 37, 241-268.
- Cope, B., y Kalantzis, M. (2022) The cybernetics of learning. *Educational Philosophy and Theory*, 54(14), 2352-2388, DOI: 10.1080/00131857.2022.2033213
- Cossa, P. (1963). *Cibernética*. Editorial Reverté.
- Daniel, S. J., Vázquez Cano, E., y Gisbert, M. (2015). The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(1), 64-74 <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
- David, A. (1973). *La cibernética y lo humano*. Editorial Labor.
- Díez-Gutiérrez, E.J. (2021) Gobernanza híbrida digital y Capitalismo EdTech: la crisis del COVID-19 como amenaza. *Foro de Educación*, 19(1), 105-133.
- Dopp, M. (2016). Cambios en el Capitalismo desde la Segunda Guerra Mundial. *Nuestra Historia*, 1, 131-141.
- Doroudi, S. (2023). The intertwined histories of artificial intelligence and education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(4), 885-928.
- Eichengreen, B. (2021). *La globalización del capital. Historia del sistema monetario internacional*. Antoni Bosch Editor.
- Eichengreen, B.; Mehl, A. y Chitu, L. (2024) *El funcionamiento mundial de las monedas. Pasado, presente y futuro*. Fondo de Cultura Económica.
- Fraser, N. (2017). *Crisis of care? On the social-reproductive contradictions of contemporary capitalism*. En T. Bhattacharya (Ed.), *Social reproduction theory: Remapping class, recentring oppression* (pp. 21-36). Pluto Press

- Froese, T. (2016). De la cibernética a la nueva ciencia cognitiva. *Ciencia*, 67, 52-58.
- George, F. H. (1968). *Cibernética y biología*. Editorial Alhambra.
- Gerstle, G. (2023) *Auge y caída del orden neoliberal. La historia del mundo en la era del libre mercado*. Ediciones Península.
- Gros, B. (2018). La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 69-82. doi: <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20577>
- Gros, B. y Duvall, E. (2020) Retos y oportunidades del diseño participativo en tecnología educativa, *Edutec: Revista electrónica de tecnología educativa*, 74, 12-24.
- Gros, B., Sánchez Valero, J. A., García González, I., y Alonso, C. (2020). Cuatro décadas de políticas para integrar las tecnologías digitales en el aula en Cataluña: acciones, logros y fracasos», *Digital Education Review*, 37, 79-95.
- Harvey, D. (2005). *A brief history of neoliberalism*. Oxford University Press.
- Jasanoff, S. (2015). Future imperfect: science, technology and the imaginations of modernity. En S. Jasanoff y S.H. Kim (Comps.). *Dreamscapes of Modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power* (pp. 1-33). University of Chicago Press.
- Klein, N. (2007). *The shock doctrine: The rise of disaster capitalism*. Metropolitan Books.
- Landa, L. N. (1972). *Cibernética y Pedagogía*. Biblioteca Labor Universitaria.
- Lohmann, R. A. (2007). Charity, philanthropy , public service, or enterprise: what are the big questions of nonprofit management today?. *Public Administration Review*, 67 (3), 437-444.
- Luhmann, N. y Schorr, K-E. (2000). *Problems of Reflection in the System of Education*. Waxmann.
- Marx, K. (2013). *El capital: Crítica de la economía política* (Vol. 1). Fondo de Cultura Económica
- Maturana, H. R., y Varela, F. J. (1973). *De máquinas y seres vivos: una teoría sobre la organización biológica*. Editorial Universitaria.
- Mauchly, J. W. (1980). The eniac. En *A History of Computing in the Twentieth Century* (pp. 541-550). Academic Press.
- Mediavilla, J. J. (2015) Filantropocapitalismo y Cooperación al Desarrollo. El caso de la lucha contra la poliomielitis. *Revista Iberoamericana de Estudios de Desarrollo*, 4(2), 24-49.
- Morozov, E. (2015). *La locura del solucionismo tecnológico*. Katz Editores.
- Pablos-Pons, J. de (1997). *La tecnología educativa en España*. Universidad de Sevilla.

- Pasquale, F. (2024). *Las nuevas leyes de la robótica. Defender la experiencia humana en tiempos de la IA*. Galaxia Gutenberg.
- Pérez, C. (2009). El FMI cifra los activos “tóxicos” de la banca en tres billones. El BCE carga contra los acuerdos del G-20 en Londres. *El País*, 8 de abril de 2009. https://elpais.com/diario/2009/04/08/economia/1239141606_850215.html
- Rav, Y. (2002). Perspectives on the history of the cybernetics movement: the path to current research through the contributions of Norbert Wiener, Warren Mcculloch, and John von Neumann. *Cybernetics and Systems*, 33(8), 779–804. <https://doi.org/10.1080/01969720290040830>
- Sanvisens, A. (1984a). *Cibernética de lo humano*. Oikos-Tau.
- Sanvisens, A. (coord.) (1984b) *Introducción a la Pedagogía*. Barcanova.
- Sanvisens, A. (1987). *Información y educación*. Fira de Barcelona
- Sanvisens, A. (1992). *Importància de la documentació educativa*. Editat per Facultat de Pedagogia, Universitat de Barcelona.
- Saura, G; Lima, P.; Arguelho, M. (2024) Imaginarios sociotécnicos en educación: Inteligencia artificial y transformación digital. *Journal of Supranational Policies of Education (JOSPOE)*, 20, 11-30.
- Saura, G. (2025). El fetichismo de las mercancías digitales en educación. *Cuadernos CEDES*, 45 (1), 1-11.
- Srnicek, N. (2017). *Platform capitalism*. Polity Press.
- Singh, J. (1972). *Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética*. Alianza.
- Skinner, B. F. (1963). Reflections on a decade of teaching machines. *Teachers College Record*, 65(2), 1-9.
- Skinner, B.F. (1979). *Tecnología de la enseñanza*. Editorial Labor.
- Sluckin, W. (1971). *La cibernética (cerebros y máquinas)*. Ediciones Nueva Visión.
- Sontag, E y Tesoro, J.L. (1972). *Temas de inteligencia artificial*. Prolam.
- Stiglitz, J. E. (2010a). *Los felices 90. La semilla de la destrucción*. Taurus.
- Stiglitz, J.E. (2010b). *Caída libre: el mercado y el hundimiento de la economía mundial*. Taurus.
- ONU (2000) *Objetivos de desarrollo del milenio*. <https://research.un.org/es/docs/dev/2000-2015>
- Vallpierre, J. (1971). *Pero... Qué es la cibernética?* s/e
- Vilanou, C. (1996). Perfil de Alejandro Sanvisens, filósofo y pedagogo (1918-1995). *Espíritu*, XLV, 67-71.

- Von Bertalanffy, L. (1950). An outline of general system theory. *The British Journal for the Philosophy of science*, 1(2), 134-165.
- Von Bertalanffy, L. (1974). *Robots, hombres y mentes*. Guadarrama.
- Watters, A. (2021). *Teaching Machines: The History of Personalized Learning*. The MIT Press.
- Wiener, N. (2019). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT press..
- Williamson, B., y Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future trajectories in AI in education. *Learning, Media & Technology*, 45(3), 223-235
- Williamson, B., Eynon, R., y Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- Wooldridge, M. (2020). *The road to conscious machines: The story of AI*. Penguin UK.
- Žižek, S. (1998) Multiculturalismo, o la lógica cultural del capitalismo multinacional. En F. Jameson y S. Žižek (1998), *Estudios culturales: reflexiones sobre el multiculturalismo* (pp. 137-188). Paidós.