



Recibido: 1 de junio de 2026
Aceptado: 29 de junio de 2026

Dirección de los autores:

Facultad de Educación.
Departamento de Pedagogía
Aplicada y Psicología de la
Educación. Universitat de les Illes
Balears Cra. de Valldemossa, km
7.5. 07122 Palma (España)

E-mail / ORCID

jesus.salinas@uib.es

 <https://orcid.org/0000-0002-3043-8455>

juan.moreno@uib.es

 <https://orcid.org/0000-0001-7381-8370>

jacoba.munar@uib.cat

 <https://orcid.org/0000-0001-5933-1929>

ARTÍCULO / ARTICLE

Aprendizaje personalizado facilitado por tecnologías digitales. Tendencias, retos y perspectivas

Personalised Learning Supported by Digital Technologies: Trends, challenges and perspectives

Jesús Salinas, Juan Moreno-García y Jacoba Munar-Garau

Resumen: Desde la generalización de la educación obligatoria, la personalización del aprendizaje ha constituido una preocupación recurrente en la investigación y en la práctica pedagógica, en la que la tecnología educativa ha estado siempre presente. Este trabajo analiza el estado de la cuestión sobre la personalización del aprendizaje facilitada por tecnologías digitales, identificando tendencias, retos y perspectivas desde la Tecnología Educativa. Para ello, adopta la forma de ensayo teórico basado en una revisión narrativa de literatura, centrada en trabajos de revisión y marcos conceptuales publicados en revistas especializadas. El análisis identifica dos grandes vertientes de la personalización, articuladas en torno al continuo propuesto por Cuban (2018): una centrada en la adaptación tecnológica, mediante algoritmos, analíticas de aprendizaje y sistemas de tutoría inteligente, y otra orientada a la flexibilización curricular y a la agencia del estudiante, mediante entornos personales, itinerarios flexibles y procesos de codiseño. La inteligencia artificial generativa actúa como acelerador de ambas vertientes, pero intensifica el riesgo de que la apariencia de personalización sustituya al aprendizaje real. Se identifican barreras conceptuales, institucionales, psicológicas, tecnológicas y pedagógicas que dificultan su implementación. Se concluye que la personalización constituye, ante todo, un problema pedagógico y político, cuyo desarrollo exige, más allá del avance tecnológico, equilibrar la estructura del diseño didáctico con la autonomía del alumnado.

Palabras-clave: Aprendizaje personalizado, Inteligencia artificial, Aprendizaje autorregulado, Autonomía del aprendiz, itinerarios flexibles de aprendizaje, Tecnología educativa, Instrucción adaptativa.

Abstract: Since the establishment of compulsory education, the personalisation of learning has been a recurring concern in educational research and practice, in which educational technology has always played a part. This paper analyses the state of the art on personalised learning supported by digital technologies, identifying trends, challenges and perspectives from Educational Technology as a discipline. It adopts the form of a theoretical essay based on a narrative review of literature, focused on review articles and conceptual frameworks published in specialised journals. The analysis identifies two main strands of personalisation, articulated around the continuum proposed by Cuban (2018): one centred on technological adaptation through algorithms, learning analytics and intelligent tutoring systems, and another oriented towards curricular flexibility and student agency through personal learning environments, flexible pathways and co-design processes. Generative artificial intelligence acts as an accelerator for both strands, yet intensifies the risk that the appearance of personalisation may replace genuine learning. Conceptual, institutional, psychological, technological and pedagogical barriers to implementation are identified. It is concluded that personalization is, above all, a pedagogical and political issue whose development requires, beyond technological advancement, balancing the structure of instructional design with student autonomy.

Keywords: Personalized Learning, Artificial Intelligence, Self Regulated Learning, Learner Autonomy, Educational Technology, Adaptive Instruction.

1. Introducción

La personalización del aprendizaje constituye uno de los temas de investigación y de práctica pedagógica asociados a la evolución de la tecnología educativa desde principios de siglo XX. En un contexto de universalización de la educación pública y obligatoria, la imposibilidad de atender a diferentes necesidades, diferentes intereses, diferentes habilidades, diferentes culturas familiares y diferentes estilos cognitivos hace de la personalización uno de los ámbitos clave de la investigación pedagógica.

El aprendizaje personalizado viene a ser una extensión de una solución anterior a un problema persistente: hay muchos más estudiantes que docentes. Por lo tanto, la instrucción debe ser de uno a muchos, pero los estudiantes llegan con diferentes niveles de preparación y requieren diferentes niveles de práctica para dominar el trabajo escolar, por lo que es poco probable que un solo plan de estudios sea efectivo para todos. Chan y Gastelum (2016, p. 85) ya adelantan que

«la personalización del aprendizaje es un movimiento viejo pedagógicamente hablando, tecnológicamente es medianamente nuevo y está ‘por venir’ en el plano de la organización curricular y sobre todo del diseño didáctico o instruccional de los cursos en línea.»

El concepto de personalización del aprendizaje, entendido como la atención a las necesidades individuales del alumnado, encuentra en la aplicación de las tecnologías digitales, en las posibilidades de la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes, el cultivo de herramientas, enfoques y prácticas que buscan adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las características, ritmos y motivaciones individuales (Salinas y Lizana, 2025).

Desde siempre ha habido intentos de apoyarse en la tecnología para contribuir a dicha personalización. Las primeras máquinas para enseñar fueron puramente mecánicas. Sidney Pressey fue el primero en utilizar máquinas «inteligentes» con fines educativos (Pressey, 1926) o más tarde Skinner (1954) con la máquina que sería predecesora de la enseñanza programada (programación lineal) o Crowder (1962) con la Programación Ramificada o programación Intrínseca. De hecho, los primeros ordenadores que fueron aplicados a la enseñanza en la década de los 60 trataron de implementar estrategias de este tipo de programación permitiendo mayor sofisticación de las posibilidades tutoriales y, en consecuencia, mayor adaptación al aprendizaje individual.

La tutoría personalizada fue el centro de atención de la teoría y la práctica psicológica, pedagógica y didáctica durante este periodo, especialmente en lo que respecta al aprendizaje potenciado por la tecnología. Bloom (1984), por ejemplo, defendía que la forma más eficaz de enseñar era la tutoría individualizada.

A medida que la tecnología educativa fue madurando en la segunda mitad del siglo pasado, el aprendizaje personalizado fue adoptando la forma de sistemas de tutoría inteligente. El desarrollo de los microprocesadores cambió el foco, pasando a ser más importante proporcionar a los profesores herramientas para producir material educativo de enseñanza asistida por ordenador. Aparecen los primeros lenguajes de

autor, como el pionero *Coursewriter*, o *Autotutor*, *Pilot*, *Natal* y ya en los años 80-90 *Hypertalk*, *Toolbook* o *Authorware*. Al mismo tiempo los fundamentos pedagógicos van basculando hacia el constructivismo y al paradigma educativo centrado en el alumno que ofrecen una justificación teórica de por qué los métodos y contenidos didácticos deben personalizarse.

Ya en este siglo, el big data y la analítica del aprendizaje y otros avances, hicieron que el aprendizaje personalizado impulsara el interés de la investigación (Shemshack y Spector, 2020). El potencial transformador de la tecnología parece representar avances significativos con relación a una educación más equitativa y personalizada. Pero todos estos avances suponen riesgos que acompañan a la promesa de la personalización del aprendizaje. Uno puede ser la individualización, lo que puede suponer aislar a los estudiantes en trayectorias de aprendizaje algorítmicas, socavando el aspecto social de la educación. Pero existen otros, como la paradoja del diálogo vacío (Mas, 2023) o los retos que plantean Barrera et al. (2025).

Los investigadores consideran que una experiencia de aprendizaje personalizado facilitado por tecnologías digitales puede contribuir a un mejor aprendizaje para todos. De esta manera, este estudio analiza las tendencias, las investigaciones y las prácticas actuales relacionadas con ello. Para cumplir el objetivo de este estudio, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué elementos componen un enfoque pedagógico de aprendizaje personalizado desde una perspectiva integral?

Esta pregunta puede desglosarse en varias que permiten enfocar el estudio de forma más específica:

- 1) ¿Se puede llegar a una definición de personalización del aprendizaje representada desde la Tecnología Educativa?
- 2) ¿Cuáles son las dimensiones de la personalización en el aprendizaje potenciado por tecnología que habría que considerar?
- 3) ¿Qué tendencias de investigación y de práctica se observan en el panorama educativo?
- 4) ¿Cuáles son los principales retos percibidos en relación con el aprendizaje personalizado facilitado por tecnologías digitales?

Para avanzar en las posibles respuestas, este trabajo adopta la forma de un ensayo teórico que, a partir de la revisión narrativa de literatura relevante, analiza el estado de la cuestión sobre la personalización del aprendizaje facilitada por tecnologías digitales. Se han revisado artículos procedentes de bases de datos y revistas especializadas en tecnología educativa, seleccionados en función de su pertinencia, actualidad y calidad, con preferencia por trabajos de revisión y marcos conceptuales de referencia. El propósito no es ofrecer una revisión exhaustiva, sino una visión integradora desde la perspectiva de la Tecnología Educativa como disciplina.

1.1. ¿A qué nos referimos con personalización del aprendizaje?

La idea del aprendizaje personalizado surge del principio de que los seres humanos aprenden a través de la experiencia y mediante la construcción del conocimiento. El término parece engañosamente sencillo y común, pero su uso en el contexto

pedagógico es complejo y presenta multitud de matices. Es decir, puede significar distintas cosas. Para Conole (2010) la personalización y el aprendizaje personalizado puede abordarse desde tres perspectivas y su definición parecerá diferente: en el discurso político, en lo que respecta a los avances de la tecnología y en el discurso pedagógico.

Se han publicado numerosas definiciones de personalización del aprendizaje por parte de organismos gubernamentales, organizaciones dedicadas a las políticas educativas, fundaciones e iniciativas educativas, personas influyentes e investigadores. Tanto Walkington y Bernacki (2020) como Bernacki et al. (2021) recogen y clasifican varias de ellas, resaltando la variación de las características incluidas en las mismas. Y estas variaciones abarcan tanto características de los alumnos a las que adaptarse, como elementos de diseño o los resultados que se pretenden alcanzar.

Si se toma la definición de Coll (2015), la personalización implica diseñar y desarrollar experiencias de aprendizaje que se ajustan a la diversidad de los alumnos, teniendo en cuenta sus características, necesidades e intereses.

En el campo de las tecnologías digitales, de acuerdo con Spector (2018), para que un entorno de aprendizaje digital pueda clasificarse como entorno de aprendizaje personalizado, debe adaptarse a los conocimientos, la experiencia y los intereses de cada persona, y debe ser eficaz y eficiente a la hora de respaldar y fomentar los resultados de aprendizaje deseados.

Cuban (2018) propone un espectro o continuo para ordenar esta diversidad de significados, planteando tres zonas fundamentales: En un primer extremo del continuo se encuentran las lecciones y programas centrados en el docente, dentro de la escuela tradicional; en el centro del espectro se encuentran programas y escuelas híbridos que ofrecen combinaciones de actividades para el grupo completo, grupos pequeños y trabajo independiente; y en el otro extremo del espectro se encuentran aulas, programas y escuelas centrados en el estudiante, con agrupaciones de múltiples edades, que plantean grandes preguntas integrando lectura, matemáticas, ciencias y estudios sociales, mientras incorporan regularmente nuevas tecnologías en las lecciones.

Si es entendida como la atención a las necesidades individuales del alumnado, la personalización del aprendizaje encuentra en la aplicación de las tecnologías digitales el desarrollo de enfoques y herramientas que pretenden adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las características, ritmos y motivaciones individuales.

Aunque, como señalan Varona-Klioukina y Engel (2024), las recientes revisiones del binomio personalización del aprendizaje y tecnologías digitales se inclinan más a situarse en el polo de las propuestas centradas en el profesorado, en la nomenclatura de Cuban (2018), que utilizan las tecnologías digitales para adaptar las actividades y contenidos de aprendizaje al desempeño individual del alumnado (tecnología como entrega de contenido), que en propuestas centradas en el aprendiz, en las que se reconoce y se acepta que tome decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje, atendiendo a sus intereses y preferencias (tecnología como herramienta creativa).

Algoritmos capaces de responder a las diferencias individuales, la implementación de analíticas de aprendizaje, el uso de sistemas de recomendación

educativa, la integración de chatbots y, más recientemente, la aplicación de tecnologías basadas en inteligencia artificial generativa (IAGen), constituyen algunas de las aplicaciones de las tecnologías digitales a la personalización del aprendizaje desde diversas perspectivas (Varona-Klioukina y Engel, 2024)

Todo ello, puede representar un avance significativo en la búsqueda de una educación más equitativa y personalizada, apoyada en el potencial transformador que parece poseer la tecnología. Pero tiene un riesgo que es la individualización, lo que puede suponer aislar a los estudiantes en trayectorias de aprendizaje algorítmicas, socavando el aspecto social de la educación.

2. Dimensiones de la personalización

Lo mismo que ocurre con la definición de personalización, las dimensiones o componentes que determinan dicha personalización son abordadas desde distintos focos (Hargreaves, 2004; Järvelä, 2006; FitzGerald et al., 2018; Shemshack et al., 2021). Shemshack et al. (2021), por ejemplo, para su revisión de los componentes del aprendizaje personalizado utilizados en diferentes enfoques y modelos, contemplan los estilos de aprendizaje, estilos cognitivos, auto-reflexión y auto-regulación del aprendizaje, ritmo flexible, herramientas y sistemas, entornos inteligentes de aprendizaje, sistemas de tutoría inteligente, data mining y analíticas de aprendizaje y dispositivos portátiles.

Al analizar las similitudes y diferencias entre los componentes utilizados en los enfoques de aprendizaje personalizado, estos autores observaron que, aunque en un principio los componentes cognitivos eran el centro de atención, el foco se ha ido ampliando paulatinamente a los componentes no cognitivos (Esteban-Guitart y Moll, 2014). Por su parte, al abordar cómo aplicar la personalización en el aprendizaje potenciado por tecnología y cómo esto puede resultar eficaz para los alumnos y otros actores implicados, FitzGerald et al. (2018) adaptan el marco propuesto por Hargreaves (2004) que clasifica diferentes dimensiones de la personalización, pero que en este caso se atiende a los aspectos del aprendizaje potenciado por tecnologías. Estas seis dimensiones son:

- Qué se personaliza: La personalización se centra en el aprendizaje enriquecido por la tecnología. Esto implica adaptar la experiencia educativa, incluyendo recursos, evaluaciones, contenidos curriculares y planes de estudio específicos para el estudiante (Walkington & Bernacki, 2020)
- El tipo de aprendizaje en el que se aplica la personalización: Este modelo se aplica a procesos de aprendizaje donde la tecnología actúa como mediadora o potenciadora, abarcando desde la alfabetización en educación primaria hasta la formación en educación superior y el aprendizaje continuo (Barrera et al., 2025)
- Qué características personales del alumno pueden tenerse en cuenta: El diseño debe considerar variables como el perfil del estudiante, sus estilos de aprendizaje, niveles cognitivos, conocimientos previos, intereses, metas personales y necesidades específicas de inclusión (Barrera et al., 2025; Bernacki et al., 2021)

- Quién o qué lleva a cabo la personalización: Puede ser ejecutada por sistemas tecnológicos (algoritmos de IA, sistemas de tutoría inteligente), por el docente (que actúa como guía o facilitador) o por el propio estudiante a través del ejercicio de su agencia, voz y elección (Walkington & Bernacki, 2020)
- Cómo se lleva a cabo la personalización: FitzGerald et al. (2018) proponen un marco que sirve tanto para el análisis de prácticas existentes como para la creación de nuevas implementaciones efectivas de TE: Uso de tecnologías disruptivas e IA (Barrera et al., 2025; Reyes-Parra et al., 2024); adaptabilidad del sistema vs. Adaptabilidad del alumno (Kucirkova et al., 2021; Sachete et al., 2024); ajustes del diseño didáctico; monitorización biométrica y contextual (Reyes-Parra et al., 2024); creación de itinerarios flexibles (Salinas et al., 2022).
- El impacto y los beneficiarios de la personalización: La personalización busca mejorar la calidad de la educación, promover la equidad y la inclusión, y facilitar una gestión eficaz del tiempo en las actividades educativas (Barrera et al., 2025; Reyes-Parra et al., 2024). Los beneficiarios directos son los estudiantes, aunque también impacta positivamente en la práctica docente y, en muchos casos, en las instituciones al reducir brechas de aprendizaje.

Por su parte, Lee et al. (2018), proponen cinco componentes esenciales que debería presentar el aprendizaje personalizado: 1) un plan de aprendizaje personalizado que tenga en cuenta las diferencias individuales, 2) un seguimiento del progreso del alumno basado en competencias en lugar de uno basado en el tiempo, 3) una evaluación basada en criterios en lugar de una evaluación basada en normas para la evaluación formativa y sumativa continua, 4) aprendizaje basado en proyectos o problemas, y 5) tutoría plurianual de los alumnos por parte de un profesor o un tutor.

3. Tendencias

Las posibilidades de la tecnología para adaptar el proceso de aprendizaje a las diferencias individuales suponen una megatendencia en investigación, en la construcción teórica y en la praxis. Esta megatendencia, si la situamos en el continuo de Cuban (2018) a su vez, presenta distintas vertientes.

Por un lado, analíticas de aprendizaje, algoritmos que pretenden la adaptación del currículum, utilización de robots, tutores virtuales, plataformas adaptativas que no cuestionan las propuestas centradas en el docente.

Y, por otro, una mayor flexibilización curricular, el cultivo de las competencias relacionadas con la autonomía, la agencia, la construcción del propio entorno personal de aprendizaje, que desde planteamientos centrados en el alumno suponen una mayor personalización de las experiencias en la práctica pedagógica. La Figura 1 sintetiza las principales tendencias identificadas en torno a estas vertientes.



Figura 1. Tendencias en la personalización del aprendizaje. Fuente: Imagen generada con ChatGPT5.5 a partir de prompt descriptivo.

3.1. Personalización desde la adaptación tecnológica

En la primera vertiente, Varona-Klioukina y Engel (2024) sitúan el diseño de diversos algoritmos que puede dar respuesta a las diferencias individuales, o el uso de analíticas de aprendizaje, de sistemas de recomendación educativa, o la integración de chatbots y, en la actualidad, la aplicación de la inteligencia artificial generativa. Los sistemas educativos inteligentes y adaptativos han tratado de apoyar al alumno y al profesor proporcionando contenidos educativos significativos, relevantes y adecuados. Sin embargo, en la práctica, la adaptabilidad se ha centrado fundamentalmente en la presentación personalizada de los contenidos y en la navegación adaptativa a través de los mismos (Walkington y Bernacki, 2020), dejando en un segundo plano otras dimensiones del aprendizaje.

Las posibilidades de las analíticas de aprendizaje constituyen una tendencia ampliamente trabajada en los últimos años (Chatti y Muslim, 2019; Zhang et al., 2018). En estos momentos esta tendencia experimenta un impulso debido a modelos que permiten intervenciones predictivas (identificar el riesgo de abandono o detectar cambios en la dinámica de aprendizaje o concepciones erróneas antes de que se consoliden). En cualquier caso, esta tendencia sigue sin proporcionar evidencias fuera de los proyectos experimentales y pruebas piloto.

Otro ámbito dentro de esta tendencia lo constituyen los entornos inmersivos. La realidad extendida (donde incluimos realidad virtual, realidad aumentada, laboratorios personalizados, simuladores, etc.) ofrece la posibilidad de personalizar, no sólo el contenido, sino el contexto físico del aprendizaje.

En el terreno del aprendizaje multimodal, los avances tecnológicos presentan ya interfaces que leen la voz, la expresión facial, el ritmo de escritura y otros datos biométricos con los que poder inferir estados afectivos y cognitivos.

Los sistemas de tutoría inteligente clásicos, basados en reglas, comienzan a ser sustituidos por sistemas capaces de sostener un diálogo socrático genuino. La investigación en este punto habrá de estudiar estos tipos de intervención dialógica, de qué forma y dimensiones impacta en el aprendizaje y cómo calibrar el nivel de apoyo sin crear dependencia (Bernacki et al., 2021).

3.2. Personalización desde la agencia del aprendiz

En la segunda vertiente, Varona-Klioukina y Engel (2024), sitúan la aplicación de las tecnologías digitales a través de propuestas centradas en el alumnado, en las que se reconoce y se acepta que tome decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje, atendiendo a sus intereses y preferencias. Aquí el alumno participa en la identificación de necesidades y preferencias. Pero no sólo en la identificación, sino también se implica en cómo responder en función de sus intereses y opciones personales en un proceso de codiseño de las experiencias de aprendizaje. Las posibilidades de las tecnologías digitales para facilitar dicha flexibilidad y contribuir a la adecuación de los procesos de enseñanza-aprendizaje han dado lugar a muchas investigaciones y la aparición de diversos modelos.

En el marco de una estrategia más amplia de personalización, el término «entornos de aprendizaje personales» (PLE) ha ido ganando popularidad a lo largo de la última década y pone de relieve las dimensiones sociales del aprendizaje (Conole, 2010). La aplicación de las tecnologías digitales desde la perspectiva de construcción de los entornos personales de aprendizaje (Adell y Castañeda, 2010) se orienta a personas que conocen sus necesidades y limitaciones, que ejercen cierta autonomía en relación con su aprendizaje, y en este sentido, contribuyen a invertir la tendencia de alumnos adaptándose a un sistema cada vez más adaptado al alumno.

Los itinerarios flexibles de aprendizaje, de acuerdo con Cuban (2018), facilitan suficiente flexibilidad para que el alumnado, mediante la participación en la toma de decisiones, ejerza la autonomía en su propio proceso de aprendizaje (Bartolomé, 2020; Salinas y De Benito, 2020). En este sentido, la personalización consistiría en el desarrollo de las competencias personales relacionadas con la autonomía, la agencia, la construcción y cultivo del propio entorno personal de aprendizaje.

Entre ambas vertientes, todo un conglomerado de experiencias que tanto hacen uso de la tecnología digital para la adaptación (analíticas de aprendizaje, algoritmos que pretenden la adaptación del currículum y de las prácticas a dichas diferencias individuales, utilización de robots, inteligencia artificial, etc.), como de la implicación del alumnado mediante metodologías didácticas innovadoras o ajustando los diseños a las necesidades y características de los usuarios (Salinas y Lizana, 2025).

Sin duda, el rol de las tecnologías resulta clave para crear entornos de aprendizaje personalizados y los avances tecnológicos permiten implementar este tipo de entornos a gran escala y a un coste asequible. Sin embargo, hay muy pocos estudios que hayan analizado cómo se utiliza la tecnología en la puesta en práctica del

aprendizaje personalizado y cuáles son las necesidades de los docentes en contextos centrados en el alumno a la hora de aplicar aprendizaje personalizado (Lee et al., 2018).

En este contexto, emerge un aspecto crucial de la personalización que la tecnología educativa actual apenas aborda: la personalización de todo el entorno de aprendizaje, sus componentes, herramientas y funcionalidades. El alumnado presenta niveles muy diversos de competencia digital, diferentes preferencias respecto al grado de guía o autonomía que necesita, y necesidades que varían a lo largo del tiempo. Esta heterogeneidad, junto con la dinámica de las demandas a medida que avanza el proceso de aprendizaje, requiere enfoques de un nivel superior en materia de adaptabilidad (Chatti y Muslim, 2019).

3.3. La inteligencia artificial generativa como acelerador

De entre las tecnologías señaladas en la primera vertiente, la inteligencia artificial generativa (IAGen) merece atención específica, tanto por la velocidad de su adopción como por las expectativas que ha generado en el ámbito educativo. Como señalan Serrano y Moreno-García (2024) la irrupción de los grandes modelos de lenguaje ha reavivado una promesa recurrente en la historia de la tecnología educativa: que la tutoría personalizada a escala es, al fin, posible. Pero advierten, al mismo tiempo, del riesgo de caer en lo que denominan la Ley de la Polka: creer que se ha descubierto algo revolucionario cuando, en realidad, se están reciclando viejas ideas sin fundamento empírico suficiente.

La convergencia entre aprendizaje adaptativo e IAGen abre, no obstante, posibilidades que conviene examinar. Los sistemas adaptativos actuales pueden combinar el análisis del rendimiento del estudiante con la capacidad generativa de los modelos de lenguaje para producir contenido, retroalimentación y evaluaciones ajustadas en tiempo real (Guettala et al., 2024). Plataformas educativas ya integran estas capacidades, no solo para la adaptación de contenidos y lecciones, sino también, en algunos casos, para ofrecer apoyo emocional y fomentar la interacción (Serrano y Moreno-García, 2024).

Los chatbots educativos constituyen una de las aplicaciones más visibles de esta tendencia. La investigación indica que pueden mejorar resultados de aprendizaje, ofrecer asistencia inmediata y facilitar cierto grado de personalización. Sin embargo, los efectos sobre la motivación, el compromiso y, especialmente, el pensamiento crítico arroja resultados contradictorios (Labadze et al., 2023). Guan et al. (2024), al analizar el apoyo de los chatbots al aprendizaje autorregulado, concluyen que ninguno de los sistemas estudiados ofrece un acompañamiento completo en todas las fases de la autorregulación, limitándose a tareas específicas.

Por su parte, los sistemas de tutoría inteligente (ITS) representan quizá la mayor promesa de la personalización tecnológica. Basados en algoritmos de aprendizaje automático para analizar grandes volúmenes de datos del alumnado, estos sistemas aspiran a simular la tutoría humana y a convertirse en guías proactivas del aprendizaje. No obstante, los métodos de toma de decisiones para la configuración de itinerarios personalizados siguen presentando deficiencias, particularmente en la predicción de la dificultad de los contenidos y en la integración de variables motivacionales y emocionales (Serrano y Moreno-García, 2024). La falta de empatía y apoyo emocional

sigue siendo una de las limitaciones más señaladas, incluso en los sistemas más avanzados.

Todo ello invita a una reflexión de fondo que conecta ambas vertientes del continuo. Si la primera vertiente avanza a gran velocidad en la sofisticación de los algoritmos y la segunda reclama mayor protagonismo del aprendiz en la toma de decisiones, la tensión entre ambas no se resuelve con más tecnología, sino con mejor pedagogía. La investigación educativa, como se ha documentado reiteradamente, va por detrás del desarrollo tecnológico (Zawacki-Richter et al., 2019), y esta brecha se ha ensanchado con la aceleración que supone la IAGen. Existe un riesgo real de que, como advierte Mas (2023) con la paradoja del diálogo vacío, la apariencia de personalización sustituya a la personalización genuina: que un sistema genere respuestas aparentemente ajustadas al estudiante sin que el estudiante se haya implicado activamente en el proceso.

Estos avances y estas tensiones nos sitúan ante un conjunto de retos que es preciso abordar.

4. Barreras para la personalización

Los obstáculos que impiden la implantación de la personalización son complejos y de carácter tanto técnico como pedagógico. En este contexto, el reto al que se enfrenta la agenda de la personalización es cómo identificar y abordar estos obstáculos (Conole, 2010). Al margen de las ventajas ampliamente documentadas del aprendizaje personalizado, persisten importantes retos, especialmente en el contexto educativo actual, donde están presentes tecnologías emergentes, entre ellas la inteligencia artificial. Barrera et al. (2025, p.2) clasifican estos retos en cinco dimensiones (Figura 2).

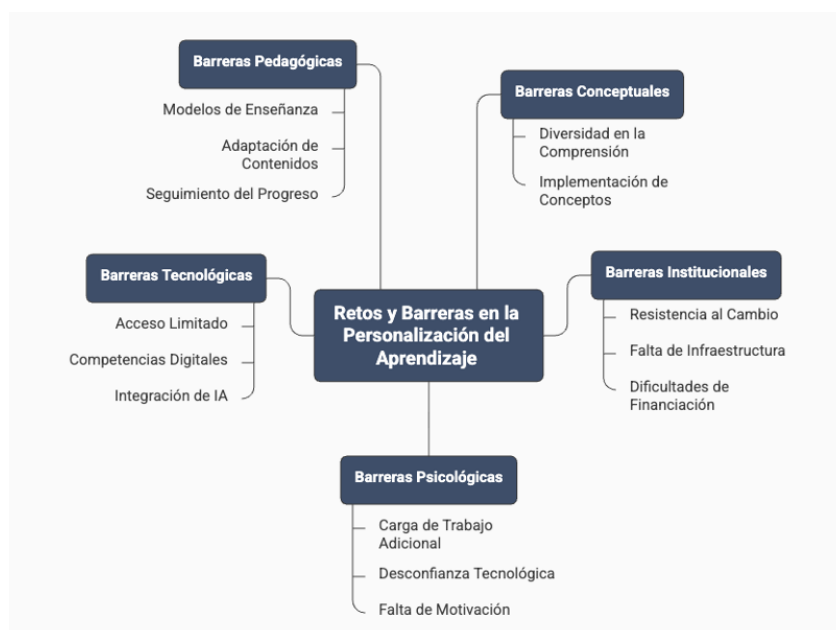


Figura 2. Retos y barreras en la personalización del aprendizaje. Fuente: Imagen generada con la aplicación Napkin.ai a partir del contenido.

4.1. Barreras conceptuales.

Existe un problema de diversidad en la comprensión y la implementación de conceptos relacionados con el campo de investigación (Spector, 2018; Varona-Klioukina y Engel, 2024; Walkington y Bernacki, 2020). Aprendizaje personalizado o personalización del aprendizaje no representan términos consensuados en la comunidad científica. Se dispone de diferentes enfoques de aprendizaje personalizado que tienen en cuenta diversos componentes del aprendizaje. El aprendizaje personalizado se define de forma diferente en casi todos los contextos en los que se aplica, y esta diversidad dificulta la investigación y la evaluación de cómo influye en la experiencia educativa y en los resultados académicos de los alumnos (Walkington y Bernacki, 2020; Cuban, 2018).

4.2. Barreras institucionales.

Las estructuras institucionales, diseñadas en su mayoría para modelos estandarizados de enseñanza, presentan rigideces curriculares, horarias y evaluativas que dificultan la flexibilización necesaria para atender trayectorias individualizadas. A ello se suman la insuficiencia de infraestructura tecnológica, un apoyo institucional que rara vez sitúa la personalización entre sus prioridades estratégicas y dificultades de financiación sostenida (Crespo, 2023). El tiempo constituye una barrera transversal: diseñar, implementar y evaluar experiencias personalizadas demanda una dedicación difícilmente compatible con las cargas docentes habituales (Chan y Gastelum, 2016).

4.3. Barreras psicológicas.

La implementación de la personalización encuentra resistencias que no son técnicas sino actitudinales. Por parte del profesorado, el temor a adoptar nuevos métodos de enseñanza y la dificultad para reconocer el potencial de las herramientas disponibles frenan la experimentación pedagógica. Por parte del alumnado, la investigación documenta dificultades para mantener un compromiso sostenido con procesos que exigen mayor autonomía, así como factores emocionales (estrés, ansiedad) que deben considerarse en el diseño de actividades personalizadas (Barrera et al., 2025).

4.4. Barreras tecnológicas.

Se trata del acceso limitado a la tecnología, deficiencias en las competencias digitales, apoyo técnico insuficiente, dificultades de integración y consideraciones éticas (Hernández Cardenas et al., 2022; Walkington y Bernacki, 2020). A estas barreras se añade un desafío específico del momento actual: la velocidad de los avances en IA generativa dificulta que tanto docentes como investigadores puedan llegar a conocer en profundidad las posibilidades de una tecnología antes de que esta se haya transformado y haya dado paso a nuevas funcionalidades. Pese al crecimiento exponencial de estudios sobre IA en educación, revisiones recientes siguen identificando las mismas lagunas que hace una década: insuficiente atención a los aspectos pedagógicos y éticos, escasa participación de profesionales de la educación y una calidad metodológica desigual (Zawacki-Richter et al., 2019; Bond et al., 2024). Prendes y Serrano (2016) denominan a este fenómeno la ley de la caducidad: los resultados de las investigaciones en tecnología educativa están inevitablemente afectados por la naturaleza efímera de las tecnologías que estudian, de modo que hallazgos que parecen relevantes pueden perder vigencia en poco tiempo. Este desfase

es particularmente acusado en el caso de la IAGen, cuya evolución parece medirse en meses, no en años.

4.5. Barreras pedagógicas.

Hacen referencia a los modelos utilizados para la enseñanza personalizada, falta de conocimientos pedagógicos necesarios para adaptar los contenidos y las actividades de aprendizaje, apoyo pedagógico insuficiente para los docentes, miedo a perder el control curricular, complejidad para medir y realizar un seguimiento del progreso individual de los alumnos (FitzGerald et al., 2018; Reyes-Parra et al., 2024; Salinas et al., 2022). En el contexto actual, estas barreras se ven ampliadas por la coexistencia entre entornos de aprendizaje diseñados con intencionalidad pedagógica y herramientas de IA generativa de acceso libre que proporcionan respuestas directas. Esta situación introduce una dificultad específica para los diseños de personalización: aunque el docente pueda plantear asistentes, itinerarios o recursos orientados a guiar la reflexión, andamiar el aprendizaje y favorecer la toma de decisiones del alumnado, el alumnado puede recurrir a herramientas externas que ofrecen soluciones inmediatas sin requerir el mismo grado de elaboración propia.

La evidencia reciente apunta a que el uso de IA generativa sin una orientación pedagógica adecuada puede mejorar el desempeño inmediato en una tarea, pero perjudicar el aprendizaje autónomo posterior cuando el estudiante debe trabajar sin apoyo tecnológico (Bastani et al., 2025). Asimismo, se ha señalado que el apoyo de estas herramientas puede favorecer formas de “pereza metacognitiva”, en las que el producto final mejora sin que necesariamente se produzca una ganancia equivalente en comprensión, transferencia o autorregulación del aprendizaje (Fan et al., 2024). Este aspecto introduce una barrera pedagógica añadida: diseñar usos de la IA generativa que mantengan la implicación cognitiva del alumnado y eviten sustituir los procesos de comprensión, elaboración y autorregulación que forman parte del aprendizaje personalizado.

5. Perspectivas y desafíos emergentes

Lo expuesto hasta aquí permite identificar un conjunto de perspectivas y problemas que caracterizan el presente de la personalización del aprendizaje facilitada por tecnologías digitales y que previsiblemente condicionarán su evolución en los próximos años.

El panorama actual se articula en torno a una tensión que recorre todo el continuo descrito por Cuban (2018). Por una parte, la que se establece entre una personalización dirigida por la tecnología, en la que algoritmos, analíticas y sistemas de tutoría inteligente toman decisiones sobre qué presentar, en qué orden y con qué dificultad, y por otra, una personalización dirigida por el estudiante, en la que este participa en la identificación de sus necesidades y en el codiseño de su itinerario, con el acompañamiento del docente (Salinas y De Benito, 2020; Varona-Klioukina y Engel, 2024).

Esta tensión no es nueva, pero cada polo enfrenta barreras de naturaleza distinta. Los enfoques adaptativos tienden a reducir la personalización a la presentación de contenidos (Walkington y Bernacki, 2020) y su investigación se ha

desarrollado con escasa participación de profesionales de la educación, priorizando los aspectos tecnológicos sobre los pedagógicos y éticos (Zawacki-Richter et al., 2019; Bond et al., 2024). Los enfoques centrados en el estudiante se encuentran con barreras institucionales, la resistencia a ceder protagonismo al alumnado, y con la escasez de modelos de codiseño que sean escalables y transferibles (Lee et al., 2018; FitzGerald et al., 2018). En un horizonte inmediato, se entrevén varios desafíos que merecen atención.

- La doble cara de la inteligencia artificial generativa. La IAGen amplifica las posibilidades de ambos polos: permite generar contenido, retroalimentación y evaluaciones adaptadas en tiempo real (Guettala et al., 2024), pero intensifica al mismo tiempo un riesgo central: que la apariencia de personalización enmascare la ausencia de aprendizaje real (Mas, 2023). Si el estudiante obtiene respuestas ajustadas sin haberse implicado activamente en el proceso, la personalización se convierte en simulacro. Esto plantea además interrogantes inseparables de la personalización que exceden este trabajo: cómo evaluar el aprendizaje cuando ha sido mediado por herramientas de IAGen y cómo distinguir lo que el estudiante ha aprendido de lo que la herramienta ha producido por él.
- La complejidad del fenómeno educativo. La investigación sobre personalización apoyada en tecnologías digitales tiende a simplificar un proceso que es, por naturaleza, complejo y multidimensional. Predominan los estudios centrados en el rendimiento académico como variable de resultado, realizados en condiciones controladas que difícilmente reflejan la variabilidad de los contextos educativos reales. Este reduccionismo metodológico limita la transferibilidad de los hallazgos y deja fuera dimensiones relevantes del aprendizaje como la autorregulación, la motivación o la dimensión social. Se precisan estudios de mayor duración, replicaciones en contextos diversos y métricas que trasciendan las pruebas estandarizadas.
- Equidad, acceso y brecha digital. La personalización del aprendizaje mediada por IA corre el riesgo de convertirse en un privilegio si no se abordan las condiciones de acceso. Su uso puede perpetuar o amplificar las desigualdades existentes si no se integra con responsabilidad (Salinas Ibáñez y Moreno-García, 2025). La investigación sobre personalización no puede desvincularse de las decisiones políticas que determinan quién accede a estas tecnologías y en qué condiciones.
- Ética, sesgos algorítmicos y privacidad de los datos educativos. El aprendizaje personalizado requiere datos profundamente sensibles, desde estados emocionales y dificultades cognitivas hasta patrones de atención e historial de errores. Esto plantea cuestiones sobre la privacidad, el consentimiento informado y la soberanía de los datos que exigen abordajes interdisciplinarios desde la educación, el derecho y la política pública (Salinas Ibáñez y Moreno-García, 2025). A ello se suma que los algoritmos incorporan sesgos procedentes de sus datos de entrenamiento que pueden amplificar las desigualdades existentes (Holstein y Doroudi, 2022), con un impacto diferencial por género, etnia, nivel socioeconómico o necesidad educativa especial.

- La escalabilidad. La investigación sobre personalización del aprendizaje con IA se ha desarrollado mayoritariamente con muestras reducidas y en contextos específicos, con una marcada necesidad de estudios longitudinales, diseños más diversos y muestras más amplias (Bond et al., 2024). Escalar los resultados obtenidos en estas condiciones a sistemas educativos con millones de estudiantes, docentes con niveles de competencia digital muy diversos y contextos institucionales heterogéneos constituye un desafío metodológico y político de primer orden.

6. Conclusiones

La personalización del aprendizaje constituye, ante todo, un problema pedagógico y, en última instancia, político. La tecnología amplía sus posibilidades, pero también sus riesgos, y no sustituye las decisiones pedagógicas que deben orientarla. Las herramientas han cambiado, de las máquinas de enseñar a los sistemas de tutoría inteligente y los modelos de lenguaje, pero la pregunta de fondo permanece: cómo diseñar experiencias de aprendizaje que respondan a la diversidad del alumnado sin perder de vista las dimensiones social, emocional y reflexiva que forman parte del proceso de aprendizaje.

Las preguntas que han guiado este trabajo encuentran respuestas que, más que definitivas, delimitan el terreno. La personalización del aprendizaje vista desde la Tecnología Educativa, no admite una definición única sino un continuo que va de la adaptación dirigida por el sistema a la agencia plena del aprendiz. Sus dimensiones trascienden la adaptación de contenidos e incluyen aspectos como quién personaliza, qué se personaliza, con qué finalidad y para quién. Las tendencias avanzan simultáneamente desde la adaptación tecnológica y desde la agencia del estudiante, y ambas vertientes enfrentan barreras que no se resuelven con más tecnología. Lo que se desprende del análisis es la necesidad de articular un equilibrio entre la estructura que aporta el diseño didáctico y la autonomía que requiere un estudiante con capacidad de decisión sobre su propio aprendizaje.

Desde nuestra perspectiva, este equilibrio depende de dos condiciones pedagógicas interdependientes. La primera es la capacidad del profesorado para asumir su rol como diseñador de experiencias de aprendizaje que integren la tecnología con intencionalidad, adaptando la combinación de estructura y autonomía a cada contexto. La segunda, el fortalecimiento de la agencia del alumnado, entendida como la capacidad de tomar decisiones informadas sobre su propio proceso de aprendizaje, de autorregularse y de participar activamente en el codiseño de su aprendizaje. Sin estas dos condiciones, los diseños de personalización difícilmente se traducirán en un aprendizaje que responda a las necesidades e intereses reales del alumnado y del contexto.

7. Reconocimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2024-157113OB-100, financiado/a por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER/UE.

8. Referencias

- Adell Segura, J., & Castañeda Quintero, L. J. (2010). Los entornos personales de aprendizaje (PLEs): Una nueva manera de entender el aprendizaje. En R. Roig Vila & M. Fiorucci (Eds.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas: La integración de las tecnologías de la información y la comunicación y la interculturalidad en las aulas* (pp. 19–30). Marfil; Roma TRE Università degli Studi. <http://hdl.handle.net/10201/17247>
- Barrera, G. P., Chiappe, A., Ramírez-Montoya, M. S., & Alcántar Nieblas, C. (2025). Key barriers to personalized learning in times of artificial intelligence: A literature review. *Applied Sciences*, 15(6), Article 3103. <https://doi.org/10.3390/app15063103>
- Bartolomé Pina, A. (2020). Cambiando el futuro: "blockchain" y educación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (59), 241–258. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.82546>
- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakci, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(26), Article e2422633122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122>
- Bernacki, M. L., Greene, M. J., & Lobczowski, N. G. (2021). A systematic review of research on personalized learning: Personalized by whom, to what, how, and for what purpose(s)? *Educational Psychology Review*, 33, 1675–1715. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09615-8>
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., Pham, P., Chong, S. W., & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Chan Núñez, M. E., & Gastelum Parra, M. (2016). Tendencias en la personalización de los entornos de aprendizaje: Experiencias y modelos de personalización en instituciones de educación superior mexicanas. *Universidades*, (70), 69–88. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37348529006>
- Chatti, M. A., & Muslim, A. (2019). The PERLA framework: Blending personalization and learning analytics. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(1), 244–261. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i1.3936>
- Coll, C. (2016). La personalización del aprendizaje escolar: El qué, el por qué y el cómo de un reto insoslayable. En J. M. Vilalta (Dir.), *Reptes de l'educació a Catalunya. Anuari d'Educació 2015* (pp. 1–36). Fundació Jaume Bofill. http://psyed.edu.es/archivos/grintie/Coll_2016_LaPersonalizaci%C3%B3nDelAprendizajeEscolar.pdf
- Conole, G. (2010). Personalisation through technology-enhanced learning. In J. O'Donoghue (Ed.), *Technology-supported environments for personalized learning: Methods and case studies* (pp. 1–15). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-884-0.ch001>
- Crespo, D. (Ed.). (2023). *UNIVERSITIC 2022: Evolución de la madurez digital de las universidades españolas*. Crue Universidades Españolas. <https://www.crue.org/wp-content/uploads/2023/11/Universitic-2022-Crue.pdf>
- Crowder, N. A. (1962). Intrinsic and extrinsic programming. In J. E. Coulson (Ed.), *Programmed learning and computer-based instruction* (pp. 58–66). John Wiley & Sons.
- Cuban, L. (2018). *The flight of a butterfly or the path of a bullet? Using technology to transform teaching and learning*. Harvard Education Press.

- Esteban-Guitart, M., & Moll, L. C. (2014). Funds of identity: A new concept based on the funds of knowledge approach. *Culture & Psychology*, 20(1), 31–48. <https://doi.org/10.1177/1354067X13515934>
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489–530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- FitzGerald, E., Kucirkova, N., Jones, A., Cross, S., Ferguson, R., Herodotou, C., Hillaire, G., & Scanlon, E. (2018). Dimensions of personalisation in technology-enhanced learning: A framework and implications for design. *British Journal of Educational Technology*, 49(1), 165–181. <https://doi.org/10.1111/bjet.12534>
- Guan, R., Raković, M., Chen, G., & Gašević, D. (2025). How educational chatbots support self-regulated learning? A systematic review of the literature. *Education and Information Technologies*, 30, 4493–4518. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12881-y>
- Guetala, M., Bourekkache, S., Kazar, O., & Harous, S. (2024). Generative artificial intelligence in education: Advancing adaptive and personalized learning. *Acta Informatica Pragensia*, 13(3), 460–489. <https://doi.org/10.18267/j.aip.235>
- Hargreaves, D. (2004). *Personalising learning – 2: Student voice and assessment for learning*. Specialist Schools Trust. <https://webcontent.ssauk.co.uk/wp-content/uploads/2014/08/14142830/PL2-Student-Voice-and-Assessment-for-Learning.pdf>
- Hernández Cárdenas, L. S., Castaño, L., Cruz Guzmán, C., & Nigenda Álvarez, J. P. (2022). Personalised learning model for academic leveling and improvement in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(2), 70–82. <https://doi.org/10.14742/ajet.7084>
- Holstein, K., & Doroudi, S. (2022). Equity and artificial intelligence in education: Will “AIEd” amplify or alleviate inequities in education? In W. Holmes & K. Porayska-Pomsta (Eds.), *The ethics of artificial intelligence in education: Practices, challenges, and debates* (pp. 151–173). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429329067-9>
- Järvelä, S. (2006). Personalised learning? New insights into fostering learning capacity. In *Personalising education* (pp. 31–46). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264036604-3-en>
- Kucirkova, N., Gerard, L., & Linn, M. C. (2021). Designing personalised instruction: A research and design framework. *British Journal of Educational Technology*, 52(5), 1839–1861. <https://doi.org/10.1111/bjet.13119>
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Lee, D., Huh, Y., Lin, C.-Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Technology functions for personalized learning in learner-centered schools. *Educational Technology Research and Development*, 66, 1269–1302. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9615-9>
- Mas Garcia, X. (2023). *La paradoxa del diàleg buit: Una història sobre el rol de la IA en l'aprenentatge i l'avaluació*. Universitat Oberta de Catalunya. <https://hdl.handle.net/10609/149548>
- Prendes Espinosa, M. P., & Serrano Sánchez, J. L. (2016). En busca de la tecnología educativa: La disrupción desde los márgenes. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (0), 6–16. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/263771>
- Pressey, S. L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores—and teaches. *School and Society*, 23(586), 373–376.
- Reyes Parra, D., Rozo García, H. A., & Buitrago Espitia, J. E. (2024). Aportes de la tecnología al aprendizaje personalizado: Una revisión a la literatura. *Diálogos*, 16(28), 9–29. <https://doi.org/10.61604/dl.v16i28.352>

- Sachete, A. dos S., Gomes, R. S., Filho, A. B. C., & de Lima, J. V. (2024). Indicadores de aprendizaje adaptativo en entornos virtuales de aprendizaje: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 23(2), 69–87. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.23.2.69>
- Salinas, J., & De-Benito, B. (2020). Construction of personalized learning pathways through mixed methods. *Comunicar*, 28(65), 31-42. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-03>
- Salinas, J., De-Benito, B., Moreno-García, J., & Lizana-Carrió, A. (2022). Nuevos diseños y formas organizativas flexibles en educación superior: Construcción de itinerarios personales de aprendizaje. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (63), 65-91. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91739>
- Salinas, J., & Lizana, A. (2025). Presentación de la sección especial: Itinerarios flexibles de aprendizaje. Tecnologías digitales para la personalización y la inclusión educativa. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (93), 1-8. <https://doi.org/10.21556/edutec.2025.93.4477>
- Salinas, J., & Moreno-García, J. (2025). Visiones sobre la integración educativa de la inteligencia artificial. En P. Román-Graván, J. Barroso-Osuna, J. Cabero-Almenara, & C. Llorente-Cejudo (Eds.), *Visiones sobre la integración educativa de la inteligencia artificial* (1ª ed.). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/4177>
- Serrano, J. L., & Moreno-García, J. (2024). Inteligencia artificial y personalización del aprendizaje: ¿innovación educativa o promesas recicladas? *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (89), 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3577>
- Shemshack, A., & Spector, J. M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7, Article 33. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>
- Shemshack, A., Kinshuk, & Spector, J. M. (2021). A comprehensive analysis of personalized learning components. *Journal of Computers in Education*, 8, 485–503. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00188-7>
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 86–97.
- Spector, J. M. (2016). The potential of smart technologies for learning and instruction. *International Journal of Smart Technology and Learning*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.1504/IJSMARTTL.2016.078163>
- Varona-Klioukina, S., & Engel, A. (2024). Prácticas de personalización del aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales: Una revisión sistemática. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (87), 236–250. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.3019>
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2020). Appraising research on personalized learning: Definitions, theoretical alignment, advancements, and future directions. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 235–252. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1747757>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, J. H., Zhang, Y. X., Zou, Q., & Huang, S. (2018). What learning analytics tells us: Group behavior analysis and individual learning diagnosis based on long-term and large-scale data. *Educational Technology & Society*, 21(2), 245–258. <https://www.jstor.org/stable/26388404>

