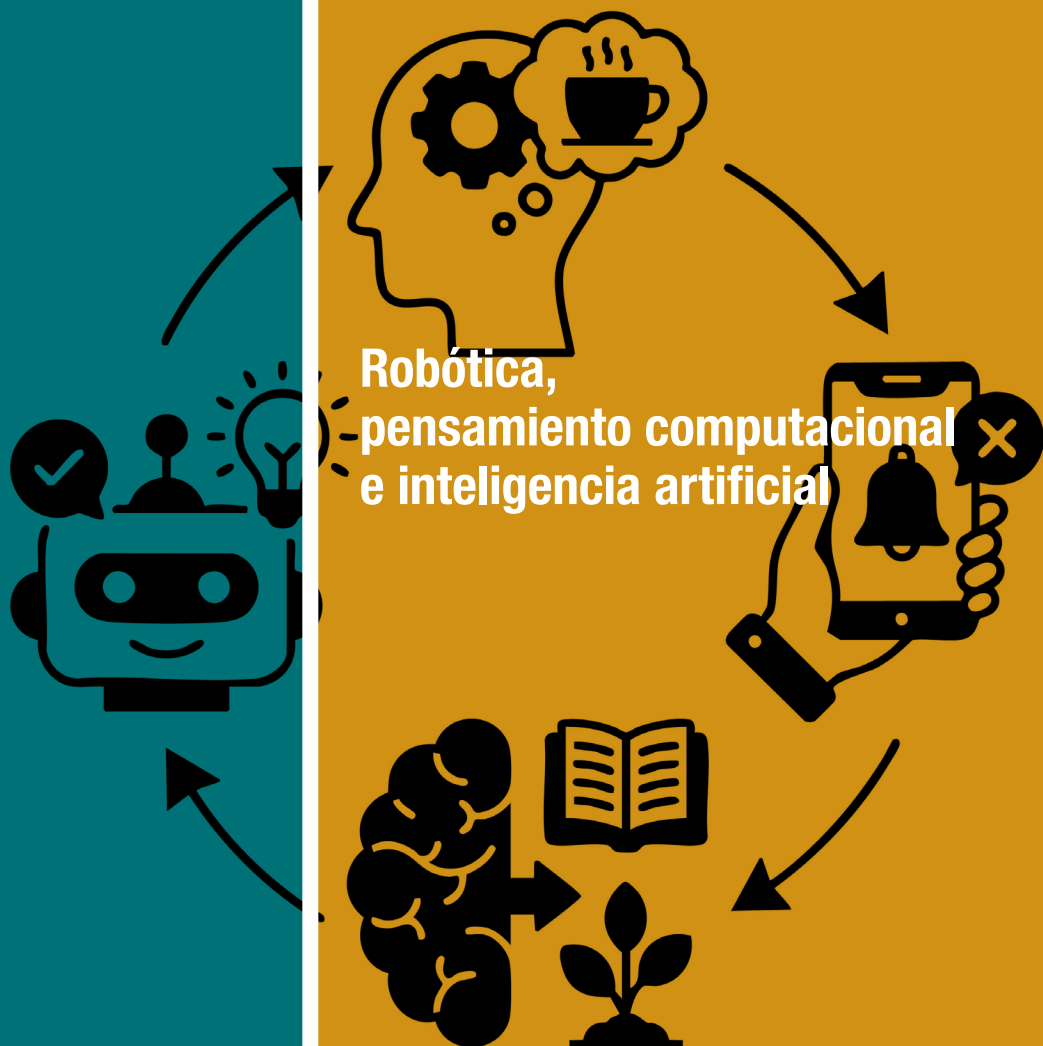


José Manuel Sáez López
Esteban Vázquez Cano (coords.)

Aprendizajes conectados

**Robótica,
pensamiento computacional
e inteligencia artificial**



Aprendizajes conectados

Robótica, pensamiento
computacional e
inteligencia artificial

José Manuel Sáez López
y Esteban Vázquez Cano (coords.)

Aprendizajes conectados

Robótica, pensamiento
computacional e
inteligencia artificial

Colección Horizontes-Universidad

Título: *Aprendizajes conectados. Robótica, pensamiento computacional e inteligencia artificial*

Primera edición: septiembre de 2026

© José Manuel Sáez López y Esteban Vázquez Cano (coords.)

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.

C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02

octaedro@octaedro.com

www.octaedro.com

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons. Puede consultar las condiciones de esta licencia si accede a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ISBN: 978-84-1079-417-7

Maquetación: Fotocomposición gama, sl

Diseño y producción: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open access*

Sumario

Prólogo.....	9
1. Robótica educativa y aprendizaje automático en la formación docente	13
SARA REDONDO-DUARTE; ADRIÁN NEUBAUER; JOSÉ-MANUEL SÁEZ-LÓPEZ	
2. <i>Vibe coding</i> e inteligencia artificial para el diseño de herramientas digitales personalizadas y escalables.....	25
ESTEBAN VÁZQUEZ-CANO	
3. Pensamiento computacional como experiencia pedagógica: el modelo E3C en la formación inicial del profesorado	39
SUSANA SÁNCHEZ CASTRO; M. ^a ÁNGELES PASCUAL SEVILLANO	
4. Innovación pedagógica y comprensión interdisciplinar mediante el uso del pensamiento computacional y la robótica con alumnado universitario del título de Magisterio	55
ISABEL ORTEGA-SÁNCHEZ; YOLANDA MÁRQUEZ-DOMÍNGUEZ; MARÍA DEL CARMEN RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ; OLGA MARÍA ALEGRE DE LA ROSA	

5. Innovar desde la infancia: espacios, materiales y experiencias del aula del futuro en Educación Infantil . . .	75
MAYCA VILLÉN DE ARRIBAS	
6. Conociendo la inteligencia artificial a través de la placa micro:bit en Educación Primaria	89
SEBASTIÁN DE LARA GARCÍA-CERVIGÓN	
7. Educando en la industria 4.0. Habilitadores	109
ELIO SAN CRISTÓBAL RUIZ; CLARA PÉREZ MOLINA	
8. Diseño de proyectos con programación por bloques. . .	129
ROGELIO BUCETA OTERO	
9. Prevención del riesgo en el uso de la robótica en la infancia	143
M.ª DEL PILAR QUICIOS GARCÍA; MARIBEL DOS SANTOS MIRANDA-PINTO	
10. La formación profesional dual en Castilla-La Mancha: marco normativo, innovación metodológica y retos emergentes	157
REMEDIOS RUIZ ALFARO	
Sobre los coordinadores	171

Prólogo

Este libro, encuadrado en el marco del proyecto de investigación «Programación creativa en educación primaria» (PID2022-136442OB-I00), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España, contiene diez capítulos que presentan los resultados y las reflexiones de los estudios realizados sobre el uso de las tecnologías educativas en el aula de diversas etapas educativas. Enmarcado en el ámbito de la innovación educativa y la integración de las tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reúne una serie de trabajos que abordan el pensamiento computacional, la robótica educativa y la inteligencia artificial desde una perspectiva pedagógica, crítica y aplicada.

A lo largo de sus capítulos, se presentan investigaciones, experiencias didácticas y reflexiones que ponen de relieve el papel transformador de estas tecnologías en las distintas etapas educativas, especialmente en la formación inicial del profesorado y en la Educación Primaria. De manera transversal, la obra destaca la importancia de desarrollar competencias digitales, pensamiento computacional y metodologías activas que sitúen al alumnado en el centro del aprendizaje. Asimismo, se subraya la necesidad de una formación docente sólida que permita integrar estas herramientas de forma significativa, evitando enfoques tecnocéntricos y favoreciendo una educación inclusiva, crítica y adaptada a los retos del siglo XXI.

El primer capítulo, elaborado por Sara Redondo-Duarte, Adrián Neubauer y José-Manuel Sáez-López, presenta una fundamentación teórica y práctica sobre la integración de la robótica educativa y el aprendizaje automático en la formación docente. A partir del construccionismo de Papert, se analizan las posibilidades pedagógicas de estas tecnologías para el desarrollo del pensamiento computacional, así como una propuesta didáctica estructurada en sesiones que combinan programación, robótica e inteligencia artificial en contextos educativos reales.

El segundo capítulo, elaborado por Esteban Vázquez Cano, analiza el potencial de la inteligencia artificial generativa y del *vibe coding* para el diseño de herramientas digitales en educación superior. A partir del caso de SEITEL-UNED, muestra cómo el profesorado puede crear recursos de autoevaluación y práctica autónoma mediante interacciones en lenguaje natural con sistemas de generación de código. El capítulo examina sus fundamentos pedagógicos, su arquitectura tecnológica y su valor para promover retroalimentación inmediata, aprendizaje autónomo y escalabilidad.

El tercer capítulo, desarrollado por Susana Sánchez Castro y M.^a Ángeles Pascual Sevillano, introduce el modelo E3C como marco pedagógico para el desarrollo del pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado. Este modelo, basado en una secuencia experiencial (experiencia, creatividad, cognición y conexión), propone un enfoque innovador centrado en el diseño de experiencias de aprendizaje que favorezcan la reflexión, la transferencia y la construcción significativa del conocimiento.

El cuarto capítulo, elaborado por Isabel Ortega y colaboradoras, analiza la aplicabilidad del pensamiento computacional y la robótica educativa en la formación universitaria del profesorado. Se destaca su potencial para fomentar metodologías activas, el aprendizaje interdisciplinar y el desarrollo de competencias profesionales, subrayando su valor como herramientas clave en la preparación de futuros docentes.

El quinto capítulo profundiza en el análisis del pensamiento computacional y la robótica educativa desde una perspectiva

aplicada, poniendo el foco en su impacto en el aprendizaje del alumnado con materiales y experiencias en la etapa de Educación Infantil. Es fundamental el desarrollo de competencias cognitivas, sociales y digitales a través de evidencias empíricas y resultados de investigación. Se examinan variables como la motivación, el rendimiento académico y las posibles diferencias en función del género, aportando una visión fundamentada sobre los beneficios y limitaciones de estas metodologías en contextos educativos reales.

El sexto capítulo, presentado por Sebastián de Lara García-Cervigón, ofrece un acercamiento práctico a la inteligencia artificial en Educación Primaria mediante el uso de la placa micro:bit y la plataforma CreateAI. El capítulo propone actividades accesibles que permiten al alumnado comprender los fundamentos de la IA, promoviendo una alfabetización digital crítica desde edades tempranas.

El octavo capítulo aborda el uso de la robótica educativa en etapas tempranas desde una perspectiva didáctica, analizando diferentes recursos y dispositivos, como robots programables, para el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas. Asimismo, se reflexiona sobre la importancia de diseñar situaciones de aprendizaje adecuadas al nivel evolutivo del alumnado, destacando tanto las potencialidades como los riesgos asociados a un uso inadecuado de estas tecnologías.

El noveno capítulo, desarrollado por M.^a del Pilar Quicios García y Maribel dos Santos Miranda-Pinto, aborda una perspectiva crítica sobre el uso de la robótica en la infancia, centrada en la prevención de riesgos sociales. Se analizan posibles usos inadecuados de estas tecnologías y se proponen orientaciones para garantizar una implementación pedagógica responsable que priorice el desarrollo integral del alumnado.

El décimo capítulo presenta una síntesis de resultados y aportaciones derivadas del uso del pensamiento computacional y la robótica educativa en contextos formativos, destacando su influencia en el desarrollo de competencias clave y en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, se reflexiona sobre la necesidad de seguir avanzando en la investigación y en

la formación docente para consolidar estas prácticas en el sistema educativo.

En definitiva, los capítulos de esta obra ofrecen una visión amplia y complementaria sobre el papel de las tecnologías emergentes en educación, combinando fundamentos teóricos, evidencias empíricas y propuestas prácticas. Esta diversidad de enfoques permite al lector comprender no solo el potencial de estas herramientas, sino también los desafíos que implica su integración en contextos educativos reales, poniendo de manifiesto la necesidad de una innovación pedagógica fundamentada y consciente.

Robótica educativa y aprendizaje automático en la formación docente

SARA REDONDO-DUARTE

ADRIÁN NEUBAUER

JOSÉ-MANUEL SÁEZ-LÓPEZ

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España

1. Introducción

La preparación del profesorado para la integración de las tecnologías en el aula constituye un elemento clave en la transformación educativa actual. En este sentido, la incorporación de tecnologías emergentes, como la robótica educativa y el aprendizaje automático (*machine learning*), requiere tanto el conocimiento de herramientas digitales como la comprensión de enfoques pedagógicos que permitan utilizarlas de forma significativa en el aula. La robótica y las tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) ofrecen entornos de aprendizaje activos donde el alumnado puede experimentar, diseñar y reflexionar sobre sus propias creaciones, favoreciendo un aprendizaje basado en la exploración y la construcción del conocimiento.

El construccionismo, planteado por Seymour Papert, aporta un marco teórico de referencia, al sostener que el aprendizaje resulta más efectivo cuando los estudiantes adoptan un rol activo y construyen su propio conocimiento a través de productos o artefactos. Las herramientas de programación visual por bloques, los kits de robótica educativa y las plataformas introductorias de *machine learning* permiten trasladar estos principios al aula de

Educación Primaria. A través de estas tecnologías, el alumnado puede diseñar programas, controlar robots o entrenar modelos sencillos de IA, desarrollando competencias clave como el pensamiento computacional, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas.

1.1. El construccionismo de Papert y los micromundos

Seymour Papert (1928-2016), matemático, científico de la computación y teórico de la educación, realizó aportaciones fundamentales y pioneras que transformaron significativamente el papel de los ordenadores en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Influido por Jean Piaget, Papert articuló un enfoque interdisciplinar que integraba la psicología, la IA y la práctica educativa, dando lugar a una visión innovadora de la educación centrada en el estudiante y apoyada en el uso de la tecnología.

Con el lenguaje de programación Logo apareció el concepto de micromundo, entendido como un espacio extraído del entorno circundante que se explora utilizando un objeto que ayuda a pensar (Area Moreira, 2004). Los micromundos contienen simulaciones restringidas de fenómenos del mundo real que permiten a los estudiantes controlar dichos fenómenos y construir un conocimiento más profundo de ellos (Redondo-Duarte, 2012). Además, a través de escenarios de juego, aportan la funcionalidad exploratoria (herramientas de observación, manipulación y objetos de prueba) necesaria para examinar dichos fenómenos, experimentar y contrastar diversas hipótesis.

Papert concebía el aprendizaje de las matemáticas como un proceso en el que los niños se implican de forma profunda y significativa con ideas matemáticas complejas a través de estos micromundos. Así, estos entornos no solo permiten la exploración, el juego y la experimentación, sino que también favorecen el desarrollo de proyectos personales en los que los niños pueden aprender de forma autónoma mientras interactúan activamente con los conceptos matemáticos.

1.2. La robótica educativa, la programación por bloques y el *machine learning* como estrategias para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Primaria

El concepto de pensamiento computacional fue introducido por Papert en su obra *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (1980) en el contexto del desarrollo del lenguaje de programación Logo. En este trabajo, Papert concebía los ordenadores como herramientas transformadoras para el aprendizaje, la exploración y la creatividad, y entendía el pensamiento computacional como la estrecha relación entre la programación y el desarrollo de habilidades de pensamiento. Este planteamiento implicaba la aplicación de conceptos computacionales, como los algoritmos y el pensamiento procedimental, para la resolución de problemas y el desarrollo de nuevas formas de comprensión. De esta manera, Papert concebía la programación como un medio para que los niños construyeran activamente su propio conocimiento (Levin et al., 2025) y a la vez desarrollaran su pensamiento procedimental en múltiples disciplinas.

Las ideas de Papert siguen siendo muy relevantes en la actualidad, especialmente en un contexto educativo marcado por la integración de tecnologías digitales y la emergencia de la IA. En este marco, el pensamiento computacional se concibe como un conjunto de habilidades cognitivas avanzadas y actitudes que permiten abordar la resolución de problemas reales mediante la descomposición, la identificación de patrones y el diseño de procedimientos lógicos y secuenciales (Sáez-López et al., 2026). Asimismo, se ha consolidado como un componente central de los currículos educativos contemporáneos (Redondo-Duarte et al., 2026) y, en los últimos años, ha habido un creciente interés en integrarlo en la Educación Primaria.

Los principios fundamentales del construccionismo incluyen tres ejes fundamentales: el aprendizaje a través de la creación (*learning by making*), la relevancia de contextos significativos y el papel de la tecnología como herramienta cognitiva más que como mero recurso de instrucción. Estos principios son directa-

mente aplicables a la robótica educativa, la programación basada en bloques y las actividades de aprendizaje automático (*machine learning*), donde los estudiantes diseñan programas, manipulan dispositivos físicos y refinan sus soluciones de manera iterativa (Redondo-Duarte et al., 2026).

La robótica educativa se distingue por ofrecer al alumnado la posibilidad de interactuar con objetos concretos a diferencia de otros enfoques centrados únicamente en la escritura de código. En numerosas ocasiones, el carácter abstracto de los contenidos dificulta la comprensión de los objetivos de aprendizaje al no percibirse su aplicación en contextos reales. En este sentido, la robótica educativa se ha consolidado como un enfoque innovador y eficaz en la Educación Primaria, capaz de integrar contenidos interdisciplinarios y fomentar el aprendizaje activo.

Este enfoque didáctico se caracteriza por ser un recurso manipulativo, accesible y eficaz (Moreno-Palma et al., 2025) que permite el desarrollo del pensamiento computacional, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, las habilidades de abstracción y la creatividad, pues requiere que los estudiantes aprendan a procesar tareas de manera sistemática y a elaborar secuencias de instrucciones para la programación de robots. De este modo, proporciona un entorno de aprendizaje constructivo en el que pueden buscar soluciones a problemas del mundo real mediante la interacción con su entorno y la construcción de conocimiento. Todo ello, junto con el fomento del emprendimiento entre los estudiantes, configura un conjunto de competencias esenciales para afrontar los retos del siglo XXI. Asimismo, estos enfoques estimulan la creatividad y la motivación, la comunicación y la cooperación entre los estudiantes (Schina et al., 2025).

En coherencia con este planteamiento pedagógico, la programación visual basada en bloques se ha popularizado en los últimos años gracias a herramientas como Scratch y Blockly. Estos entornos forman parte de los llamados editores estructurados y permiten construir programas mediante bloques que representan instrucciones. A través de una metáfora similar a piezas de rompecabezas, los usuarios pueden arrastrar y encajar bloques en un área de trabajo para crear programas. Además, el sistema

solo permite combinaciones válidas, evitando así errores de sintaxis y facilitando el aprendizaje. De este modo, se favorece la construcción progresiva de programas y la comprensión de la lógica de programación (Weintrop y Wilensky, 2017).

En esta misma línea, la BBC Micro:bit se presenta como una herramienta idónea para integrar la programación por bloques con la robótica educativa. Se trata de un microordenador educativo diseñado para introducir la programación mediante lenguajes visuales por bloques, así como JavaScript y Python, lo que lo hace accesible para principiantes. Su entorno incluye bloques predefinidos, un simulador y herramientas para trabajar con sensores, LED y otros dispositivos. A través de plataformas como MakeCode, los estudiantes pueden crear proyectos interactivos utilizando tanto el entorno digital como materiales físicos. Estos proyectos suelen basarse en estructuras simples, como bucles que reaccionan a cambios en sensores, lo que facilita un aprendizaje práctico, creativo y accesible incluso fuera del aula (Mustan y Harizanov, 2023).

Conviene señalar que los términos codificación y programación suelen usarse como sinónimos en el lenguaje cotidiano, aunque no son equivalentes. La codificación se refiere a la escritura de código, mientras que la programación es un proceso más amplio que implica la comprensión de problemas, el diseño de soluciones y su posterior mantenimiento (Weintrop y Wilensky, 2017). No obstante, el pensamiento computacional también puede enseñarse sin estas herramientas de programación mediante lo que se denomina «programación desenchufada» (*unplugged*), que permite desarrollar habilidades de pensamiento computacional sin recurrir a dispositivos digitales.

Un elemento clave en la formación inicial docente es el trabajo con *machine learning* y la codificación (Redondo-Duarte et al., 2026; Sáez-López et al., 2026), especialmente mediante propuestas didácticas sencillas basadas en la creación de modelos que posteriormente pueden trasladarse a entornos de programación visual por bloques. Estas experiencias permiten al profesorado en formación inicial comprender los principios que sustentan el desarrollo de la IA, así como el modo en que los sistemas

de aprendizaje automático se construyen a partir de la organización de datos (por ejemplo, mediante la categorización de imágenes). Asimismo, facilitan su aplicación en contextos de programación visual, ampliando las posibilidades para el diseño de proyectos didácticos innovadores que integren el pensamiento computacional y la IA en el aula.

La investigación empírica ha demostrado que la programación visual con bloques y la robótica educativa tienen un impacto positivo en la comprensión conceptual, el pensamiento computacional, la motivación y la participación de los estudiantes en todos los niveles educativos (Fombona et al., 2025; Wu y Su, 2021; Wong, 2024). En Educación Primaria, la robótica se ha asociado ampliamente con el aprendizaje de las áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), especialmente en matemáticas y ciencias, a la vez que promueve enfoques interdisciplinarios y prácticas inclusivas.

2. Propuesta práctica

Nuestro trabajo sostiene que la transformación continua de la educación en un mundo impulsado por la IA está intrínsecamente ligada a los principios del construccionismo. Al examinar los fundamentos históricos y los avances tecnológicos, el construccionismo ofrece un marco valioso para integrar eficazmente las tecnologías de IA en las prácticas educativas (Levin et al., 2025). Desde este enfoque, es posible explorar formas innovadoras de utilizar la IA y otros medios digitales para construir conocimiento de manera creativa y significativa (Redondo-Duarte et al., 2026; Sáez-López et al., 2026).

En este sentido, la IA puede entenderse como una herramienta educativa avanzada, alineada con la noción de Papert de un «objeto para pensar» (Papert, 1980), posibilitando el desarrollo de conexiones intelectuales de notable complejidad.

En coherencia con este planteamiento, la intervención que se presenta a continuación tiene como objetivo mostrar cómo los principios construccionistas pueden aplicarse en la educación

contemporánea, aprovechando el potencial de la IA y de las herramientas digitales para diseñar experiencias de aprendizaje más atractivas, eficaces y personalizadas.

2.1. Sesión 1: razonamiento condicional y programación basada en sensores

Se introduce a los participantes en el uso de estructuras de control condicional, junto con el trabajo básico con sensores ambientales, incluyendo entradas de luz y temperatura. Los estudiantes diseñan programas interactivos que responden dinámicamente a datos en tiempo real, como la visualización de valores medidos o la activación de retroalimentación visual cuando se alcanzan umbrales predefinidos. La sesión prioriza el desarrollo de procesos computacionales de toma de decisiones y destaca la conexión funcional entre las entradas físicas y las salidas digitales.

- Enfoque de aprendizaje: estructuras lógicas de decisión e interacciones entrada-salida.
- Actividades prácticas:
 1. Visualización de datos ambientales: los estudiantes programan el micro:bit para presentar lecturas de temperatura o intensidad de luz al activar el botón A (figura 1).
 2. Sistemas de alerta basados en umbrales: los estudiantes desarrollan programas que emiten señales visuales o sonoras cuando los valores de los sensores superan o no alcanzan los límites establecidos.
 3. Desafíos aplicados de la lógica condicional: tareas breves de resolución de problemas requieren que los estudiantes construyan respuestas condicionales a escenarios reales, como el modelado de alertas meteorológicas.
 4. Simulación de datos digitales: los participantes crean un generador de datos virtual utilizando una salida aleatoria activada por el sensor de movimiento del micro:bit (función de vibración), introduciendo así conceptos de secuenciación y lógica basada en eventos.



Figura 1. Programación por bloques. Sensor de temperatura

2.2. Sesión 2: fundamentos de robótica educativa con el kit Maqueen

Los estudiantes pasan de la programación en pantalla a la robótica práctica trabajando con el robot Maqueen. Posteriormente, programan comandos para producir patrones de movimiento controlados a lo largo de rutas predefinidas. La instrucción se centra en los principios de control direccional, secuenciación de acciones y razonamiento espacial. El objetivo pedagógico principal es conectar conceptos abstractos de programación con acciones físicas observables realizadas por un sistema robótico.

- Enfoque de aprendizaje: coordinación motora y ejecución física de algoritmos.
- Actividades prácticas:
 1. Taller de construcción de robots: los estudiantes ensamblan el robot Maqueen e integran el controlador micro:bit.
 2. Ejercicios de secuenciación de movimientos: los estudiantes programan el movimiento hacia adelante, los giros direccionales y las paradas cronometradas para navegar por rutas estructuradas.
 3. Desafío de navegación de obstáculos: los estudiantes diseñan y perfeccionan programas orientados a soluciones para guiar al robot hacia una ubicación objetivo mediante estrategias de depuración iterativa.

3. Reflexiones sobre la integración tecnológica

Una vez expuesta la propuesta didáctica, es conveniente señalar algunas ideas centrales acerca de la pertinencia de incluir estos recursos tecnológicos en el aula de Educación Primaria. La primera de ellas es que, precisamente, la robótica educativa, el *machine learning* y la IA han de ser concebidos –y empleados en consecuencia– como medios para lograr los objetivos pedagógicos de dicha etapa y el desarrollo de competencias por parte del alumnado. Es decir, su implementación no es un fin en sí mismo, sino una manera de alcanzar estas metas. En este sentido, el modelo constructorista de Papert (1980) se posiciona como uno idóneo para fomentar algunas de las competencias imprescindibles para ejercer una ciudadanía global en el siglo XXI como son el pensamiento computacional (o habilidades de pensamiento superior), el pensamiento crítico y el emprendimiento (Neubauer y Fernández-Aragón, 2025). Con esto se pone de manifiesto que su impacto trasciende los currículos y lo meramente académico.

Desde otro punto de vista, estos recursos generalmente despiertan en el alumnado un gran interés, lo que aumenta su motivación hacia el aprendizaje (Schina et al., 2025). Por ello, su aplicación en Educación Primaria puede convertirse en una estrategia eficaz para impulsar proyectos interdisciplinares, que es algo requerido por gran parte de los currículos nacionales, incluido el español (Herrero-Molleda et al., 2023).

Igualmente, la elección metodológica también es un aspecto para valorar por parte del profesorado. Siguiendo con la línea indicada anteriormente de fomentar un enfoque competencial e interdisciplinar, parece razonable pensar en el producto final que el alumnado debe diseñar, puesto que una competencia no es tal hasta que se pone en práctica. De esa manera, se integrarían dos de los principios básicos de Papert: los «objetos para pensar» (*objects-to-think-with*) y el aprendizaje a través de la creación (*learning by making*) (Redondo-Duarte et al., 2026). Algunas de las metodologías que más se alinean con este enfoque son el aprendizaje basado en retos, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. No obstante, hay otras

que también pueden ser pertinentes. Una de ellas es el aprendizaje-servicio, que permite al alumnado resolver un problema o realizar una contribución a la sociedad a través de su aprendizaje, lo que confiere al proceso de aprendizaje de un carácter contextualizado, transferible, realista y finalista. Además, el aprendizaje cooperativo también puede ser eficaz para trabajar con estos recursos, puesto que permite plantear proyectos y/o problemas más complejos al abordarse de manera grupal.

Por otra parte, la formación del profesorado se erige como un pilar esencial a la hora de implementar este tipo de iniciativas. Tanto es así, que Gavrilas et al. (2024) afirman que el nivel de dominio de los docentes en temáticas relacionadas como la informática o la programación es un factor determinante en su aplicación en el aula. En consecuencia, la inclusión de estos recursos y la competencia digital emanan como dos requisitos clave para impulsar la generalización de estas iniciativas en la Educación Primaria. Por esa razón, su integración y/o fortalecimiento en los planes de formación inicial y permanente del profesorado es una labor ineludible por parte de las Administraciones públicas.

A modo de cierre, el primer paso para fomentar estas propuestas en el aula es conocer y valorar sus principales beneficios. A partir de esa convicción desde la evidencia, el cuerpo docente mostrará una mayor predisposición a su aplicación, pero es imprescindible que las Administraciones y las instituciones educativas le otorguen la formación y los recursos correspondientes para llevar a cabo estas iniciativas que repercutan positivamente en el alumnado.

Referencias

- Area Moreira, M. (2004). Máquinas que enseñan. Una revisión de los métodos de enseñanza- aprendizaje con ordenadores. *Bordón*, 56(34), 483-491.
- Fombona, J., Sáez, J. -M. y Sánchez, S. (2025). Artificial intelligence and robotics in education: Advances, challenges, and future pers-

- pectives. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101533. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101533>
- Gavrilas, L., Kotsis, K. T. y Papanikolaou, M. S. (2024). Exploration of the prospective utilization of educational robotics by preschool and primary education teachers. *Pedagogical Research*, 9(1), em0181. <https://doi.org/10.29333/pr/14049>
- Herrero-Molleda, A., García-López, J. y Pérez-Pueyo, Á. (2023). Learning situation in Physical Education and Physics and Chemistry: interdisciplinary work in LOMLOE. *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 47, 146-155. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.95150>
- Levin, I., Semenov, A. y Gorsky, M. (2025). Smart Learning in the 21st Century: Advancing Constructionism Across Three Digital Epochs. *Education Sciences*, 15(1), 45. <https://doi.org/10.3390/educsci15010045>
- Moreno Palma, N., Berral Ortiz, B., Fernández Fernández, C. R. y Victoria Maldonado, J. J. (2025). Pensamiento Computacional en la Educación Básica a través de la Robótica Educativa: Una Revisión Sistemática. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1099>
- Mustan, S. y Harizanov, K. (2023). Some possibilities for applying the micro:bit in stem education grades 5-7. *Annual of Konstantin Preslavsky University of Shumen, Faculty of mathematics and informatics*, XXIV, 77-84. <https://doi.org/10.46687/rxli4366>
- Neubauer, A. y Fernández-Aragón, C. (2025). La competencia global en el currículo de la educación obligatoria española: un análisis documental de la LOMLOE. *Educación XX1*, 28(2), 355-376. <https://doi.org/10.5944/educxx1.42798>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Redondo Duarte, S. (2012). *Evaluación de la aplicación del modelo pedagógico de la Universidad Europea de Madrid a estudios universitarios de grado y postgrado en modalidad online*. [Tesis doctoral, Universidad Europea de Madrid].
- Redondo-Duarte, S., Pattier, D., Neubauer, A. y Sáez López, J. -M. (2026) Machine learning and educational robotics, an implementation in initial university teacher training and for practicing teachers

- in primary education. *Frontiers in Education*, 11, 1778718. <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1778718>
- Sáez-López, J. -M., Redondo-Duarte, S. y De Lara-García Cervigón, S. (2026). Educational robotics with interactive and environmental projects using "micro:bit" and "Nezha" in nine primary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(3), em2802. <https://doi.org/10.29333/ejmste/18107>
- Weintrop, D. y Wilensky, U. (2017). Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18, 1-25. <https://doi.org/10.1145/3089799>
- Wong, G. K. W. (2024). Amplifying children's computational problem-solving skills: A hybrid-based design for programming education. *Education and Information Technologies*, 29, 1761-1793. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11880-9>
- Wu, S. -Y. y Su, Y. -S. (2021). Visual programming environments and computational thinking performance of fifth- and sixth-grade students. *Journal of Educational Computing Research*, 59(6), 1075-1092. <https://doi.org/10.1177/0735633120988807>

Vibe coding e inteligencia artificial para el diseño de herramientas digitales personalizadas y escalables

ESTEBAN VÁZQUEZ-CANO

Universidad Nacional de Educación a Distancia

1. Introducción

La expansión de la inteligencia artificial generativa está transformando el diseño y uso de herramientas digitales en educación. Los avances en modelos de lenguaje y sistemas de generación automática de código han reducido las barreras técnicas del desarrollo de aplicaciones, permitiendo que docentes sin formación en programación puedan crear recursos tecnológicos adaptados a sus necesidades pedagógicas. Este cambio modifica la relación entre pedagogía y tecnología educativa al facilitar que el profesorado participe directamente en el diseño de herramientas alineadas con los objetivos de aprendizaje.

En este contexto surge el concepto de *vibe coding*, un enfoque de desarrollo asistido por inteligencia artificial en el que el código se genera mediante interacciones iterativas en lenguaje natural. Este modelo desplaza el proceso de programación desde la dimensión técnica hacia la definición de objetivos y el diseño pedagógico de la herramienta.

En este marco se sitúa el desarrollo de SEITEL-UNED (*Smart Evaluation & Innovation in Technology-Enhanced Learning*), una herramienta de autoevaluación basada en preguntas tipo test que permite al alumnado practicar contenidos de la asignatura y pre-

guntas de convocatorias anteriores. A partir de este caso, el capítulo analiza el potencial del *vibe coding* y de la inteligencia artificial generativa para el diseño de herramientas educativas personalizadas y escalables.

2. Marco conceptual: inteligencia artificial generativa y *vibe coding* en educación

2.1. Evolución de la programación asistida por IA

El desarrollo de herramientas de programación asistida por inteligencia artificial se inscribe en una evolución más amplia de los modelos de producción de *software*. Desde los primeros lenguajes de bajo nivel hasta los lenguajes de alto nivel y los entornos de desarrollo integrados, la programación ha evolucionado como un proceso de abstracción orientado a reducir la complejidad técnica necesaria para crear aplicaciones informáticas (Hemdev, 2025). En las últimas décadas, esta tendencia se ha acelerado con la aparición de plataformas *low-code* y *no-code*, que permitieron a usuarios sin formación especializada desarrollar aplicaciones mediante interfaces visuales.

Sin embargo, estas plataformas presentaban limitaciones en términos de flexibilidad y personalización, ya que sus funcionalidades dependían del diseño previo de la plataforma (Hemdev, 2025). La incorporación de modelos de lenguaje de gran escala ha ampliado estas posibilidades, permitiendo traducir instrucciones en lenguaje natural en fragmentos de código funcional y facilitando procesos de desarrollo más ágiles (Chen et al., 2023; Svyatkovskiy et al., 2020).

Diversos estudios señalan que estos sistemas pueden mejorar la productividad al automatizar tareas rutinarias y apoyar la generación de soluciones iniciales que posteriormente son refinadas por el usuario (Vaithilingam et al., 2022). No obstante, el código generado automáticamente requiere revisión para evitar errores lógicos o problemas de seguridad (Pearce et al., 2025). En este contexto, la programación asistida por IA puede enten-

derse como un modelo híbrido de colaboración entre humanos y sistemas inteligentes.

2.2. El concepto de *vibe coding* y su potencial educativo

Dentro de este escenario tecnológico ha surgido el concepto de *vibe coding*, término introducido en el ámbito de la inteligencia artificial para describir un enfoque de desarrollo de *software* basado en interacciones conversacionales entre el usuario y modelos de lenguaje generativos (Hemdev, 2025). En este modelo, el proceso de programación se organiza como un ciclo iterativo en el que el desarrollador describe objetivos o funcionalidades y el sistema genera propuestas de código que posteriormente pueden evaluarse, modificarse o ampliarse.

A diferencia de la programación tradicional, donde es necesario dominar la sintaxis de los lenguajes y las estructuras técnicas del *software*, el *vibe coding* desplaza el proceso hacia la definición conceptual del problema y la supervisión del resultado generado. Este enfoque se ha descrito como una programación orientada a objetivos en la que la interacción con el sistema se realiza principalmente mediante lenguaje natural (Hemdev, 2025).

En el ámbito educativo, esta aproximación presenta un potencial significativo para el desarrollo de herramientas digitales de aprendizaje. Estudios recientes muestran que docentes sin experiencia en programación pueden crear aplicaciones educativas funcionales mediante sistemas de generación de código asistidos por IA siempre que definan con claridad los objetivos pedagógicos y la estructura didáctica de la herramienta (Chow y Ng, 2025).

Este enfoque facilita procesos de prototipado rápido y el diseño de simulaciones, aplicaciones de práctica o entornos de aprendizaje adaptados a contextos específicos de enseñanza (Chow y Ng, 2025). No obstante, la literatura subraya la necesidad de mantener un control pedagógico riguroso para asegurar que estas herramientas contribuyan realmente al desarrollo de competencias cognitivas y a la mejora del aprendizaje.

2.3. Democratización del desarrollo de herramientas educativas

Uno de los efectos más relevantes asociados a la programación asistida por IA es la progresiva democratización del desarrollo de *software*. Este fenómeno tiene implicaciones particularmente relevantes en el ámbito educativo, donde los docentes poseen un conocimiento profundo de los procesos de aprendizaje, pero tradicionalmente han dependido de desarrolladores externos para la creación de herramientas digitales (von Hippel, 2005). Este cambio permite pasar de un modelo en el que los docentes actúan principalmente como usuarios de tecnología a otro en el que se convierten en creadores de herramientas pedagógicas (Chow y Ng, 2025). Desde esta perspectiva, el desarrollo tecnológico se orienta hacia la resolución de problemas educativos concretos en lugar de depender exclusivamente de soluciones comerciales generalistas.

No obstante, diversos autores han advertido que esta democratización tecnológica también plantea desafíos relacionados con la calidad, seguridad y sostenibilidad de las aplicaciones generadas mediante inteligencia artificial (Parasuraman y Riley, 1997). Por ello, el desarrollo de herramientas educativas mediante programación asistida por IA requiere combinar la accesibilidad tecnológica con criterios rigurosos de diseño pedagógico y validación funcional.

3. Contexto educativo, necesidad pedagógica y diseño de la herramienta

3.1. Contexto educativo y necesidad pedagógica en la asignatura

En numerosos contextos de educación superior, especialmente en titulaciones de ciencias sociales y educativas, la evaluación del aprendizaje se articula mediante pruebas objetivas estructuradas, entre las que destacan los exámenes tipo test. Este formato

presenta ventajas en términos de objetividad, fiabilidad y escalabilidad en sistemas universitarios con elevado número de estudiantes, como es el caso de la educación a distancia. Sin embargo, también plantea desafíos pedagógicos relacionados con la preparación del alumnado, la comprensión profunda de los contenidos y la necesidad de desarrollar estrategias eficaces de estudio.

En la asignatura Medios, recursos didácticos y tecnología educativa del grado en Pedagogía de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), el sistema de evaluación incluye pruebas tipo test basadas en los contenidos del manual de referencia y en preguntas estructuradas de convocatorias anteriores. Este formato exige que el alumnado desarrolle procesos de práctica continuada que permitan consolidar conceptos clave, identificar errores de comprensión y familiarizarse con la lógica de las preguntas utilizadas en la evaluación.

En este contexto surge la necesidad de diseñar herramientas que faciliten procesos de práctica autónoma, retroalimentación inmediata y seguimiento del progreso, elementos fundamentales para favorecer la autorregulación del aprendizaje y mejorar la preparación del estudiante para la evaluación final.

3.2. Principios pedagógicos de diseño de SEITEL-UNED

La herramienta SEITEL-UNED (*Smart Evaluation & Innovation in Technology-Enhanced Learning*) ha sido concebida como un recurso de apoyo al aprendizaje autónomo basado en principios de evaluación formativa. En este enfoque, la evaluación no se limita a la acreditación final del conocimiento, sino que se integra en el proceso de aprendizaje como un mecanismo que permite al estudiante identificar dificultades conceptuales y ajustar sus estrategias de estudio.

El diseño de SEITEL-UNED se basa en tres principios pedagógicos fundamentales. En primer lugar, la práctica deliberada, que se materializa en la posibilidad de realizar ejercicios estructurados por temas o combinaciones de preguntas aleatorias. En segundo lugar, la retroalimentación inmediata, mediante la cual el

sistema proporciona explicaciones automáticas tras cada respuesta incorrecta, facilitando la comprensión del error. Finalmente, la herramienta incorpora un sistema de seguimiento del rendimiento, que permite al estudiante visualizar sus resultados y comprender su nivel de dominio de los contenidos.

Estos principios responden a la necesidad de ofrecer al alumnado herramientas que faciliten la consolidación progresiva del conocimiento, especialmente en contextos de aprendizaje autónomo característicos de la educación a distancia.

3.3. Metodología de desarrollo mediante *vibe coding*

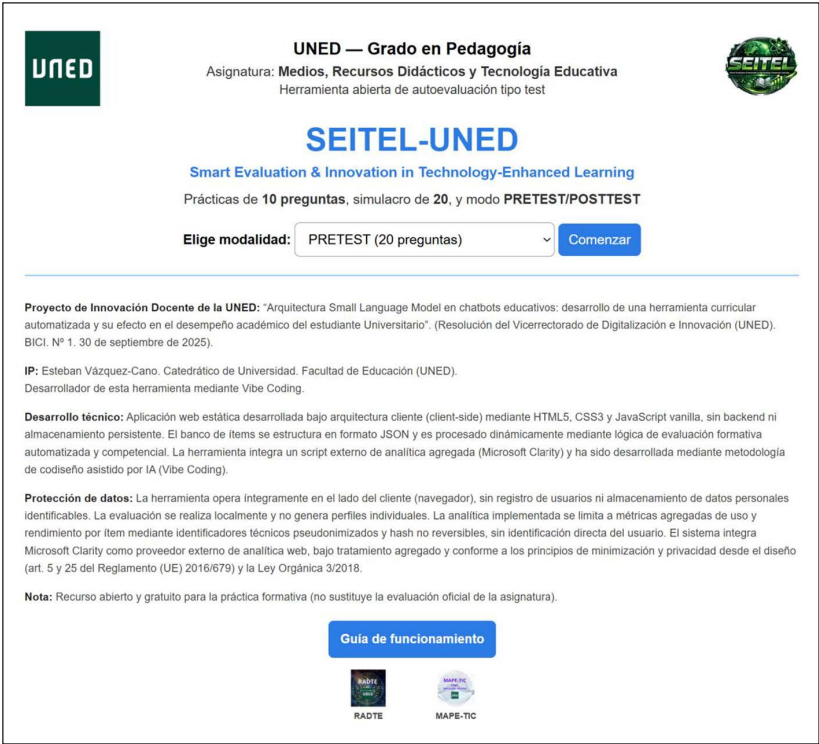
El desarrollo de SEITEL-UNED se llevó a cabo mediante una metodología de programación asistida por inteligencia artificial basada en el enfoque de *vibe coding*. Este modelo de desarrollo permite generar aplicaciones funcionales mediante interacciones iterativas con sistemas de inteligencia artificial capaces de producir código a partir de descripciones conceptuales en lenguaje natural.

Una característica relevante de este proceso es que el diseño de la herramienta fue realizado por el propio equipo docente responsable de la asignatura sin experiencia previa en programación. En lugar de centrarse en la escritura manual de código, el proceso se orientó a la definición de las funcionalidades pedagógicas que debía incorporar la herramienta: generación de preguntas, retroalimentación automática, simulación de exámenes y presentación de resultados.

A partir de estas especificaciones, se desarrolló un proceso iterativo en el que la inteligencia artificial generaba propuestas de código que posteriormente eran revisadas, ajustadas y refinadas para asegurar la coherencia pedagógica y el correcto funcionamiento del sistema. Este enfoque permitió transformar un diseño pedagógico conceptual en una herramienta digital operativa, demostrando el potencial del *vibe coding* para facilitar el desarrollo de aplicaciones educativas personalizadas incluso en contextos donde no existen conocimientos técnicos especializados.

3.4. Arquitectura tecnológica y banco de preguntas

Desde el punto de vista tecnológico, SEITEL-UNED se implementa como una aplicación web ligera que funciona directamente en el navegador del usuario. La arquitectura del sistema se basa en tecnologías web estándar, principalmente HTML, JavaScript y bases de datos de preguntas en formato JSON que permiten mantener una estructura sencilla, accesible y fácilmente escalable.



UNED

UNED — Grado en Pedagogía
Asignatura: **Medios, Recursos Didácticos y Tecnología Educativa**
Herramienta abierta de autoevaluación tipo test

SEITEL-UNED
Smart Evaluation & Innovation in Technology-Enhanced Learning

Prácticas de **10 preguntas**, simulacro de **20**, y modo **PRETEST/POSTTEST**

Elige modalidad: **PRETEST (20 preguntas)** **Comenzar**

Proyecto de Innovación Docente de la UNED: "Arquitectura Small Language Model en chatbots educativos: desarrollo de una herramienta curricular automatizada y su efecto en el desempeño académico del estudiante Universitario". (Resolución del Vicerrectorado de Digitalización e Innovación (UNED). BICI. Nº 1. 30 de septiembre de 2025).

IP: Esteban Vázquez-Cano. Catedrático de Universidad. Facultad de Educación (UNED).
Desarrollador de esta herramienta mediante Vibe Coding.

Desarrollo técnico: Aplicación web estática desarrollada bajo arquitectura cliente (client-side) mediante HTML5, CSS3 y JavaScript vanilla, sin backend ni almacenamiento persistente. El banco de ítems se estructura en formato JSON y es procesado dinámicamente mediante lógica de evaluación formativa automatizada y competencial. La herramienta integra un script externo de analítica agregada (Microsoft Clarity) y ha sido desarrollada mediante metodología de codiseño asistido por IA (Vibe Coding).

Protección de datos: La herramienta opera íntegramente en el lado del cliente (navegador), sin registro de usuarios ni almacenamiento de datos personales identificables. La evaluación se realiza localmente y no genera perfiles individuales. La analítica implementada se limita a métricas agregadas de uso y rendimiento por ítem mediante identificadores técnicos pseudonimizados y hash no reversibles, sin identificación directa del usuario. El sistema integra Microsoft Clarity como proveedor externo de analítica web, bajo tratamiento agregado y conforme a los principios de minimización y privacidad desde el diseño (art. 5 y 25 del Reglamento (UE) 2016/679) y la Ley Orgánica 3/2018.

Nota: Recurso abierto y gratuito para la práctica formativa (no sustituye la evaluación oficial de la asignatura).

Guía de funcionamiento

RADTE **MAPE-TIC**

Figura 1. Interfaz de la herramienta SEITEL-UNED utilizada para la práctica autónoma mediante preguntas tipo test. La aplicación permite seleccionar distintas modalidades de práctica y proporciona retroalimentación inmediata tras cada respuesta.

<https://evazquezcano.github.io/seitel/>



El funcionamiento del sistema se articula en torno a cuatro componentes principales: la interfaz de usuario, el motor de generación de pruebas, el banco de preguntas y el sistema de corrección automática. El banco de preguntas se encuentra organizado por temas y categorías e incorpora tanto ítems teóricos derivados del manual de la asignatura como preguntas procedentes de convocatorias anteriores de examen. A partir de este banco de datos, el sistema genera de forma automática secuencias de preguntas que pueden utilizarse para prácticas de diez ítems o simulaciones de examen de veinte preguntas. La herramienta se encuentra disponible en acceso abierto a través de la web del proyecto, lo que permite su utilización directa por parte del alumnado.

4. Funcionamiento de SEITEL y potencial pedagógico de la herramienta

4.1. Modalidades de práctica y simulación de examen

La herramienta SEITEL ha sido diseñada para ofrecer distintas modalidades de práctica que permitan al estudiante adaptar su proceso de estudio a diferentes fases de preparación de la asignatura. El sistema permite seleccionar varias opciones de entrenamiento que combinan flexibilidad y progresión en la dificultad de las actividades. En primer lugar, el estudiante puede realizar prácticas centradas en preguntas organizadas por temas, lo que facilita la revisión específica de los contenidos correspondientes a cada unidad del manual. Esta modalidad resulta especialmente útil en las fases iniciales del estudio, cuando el alumnado se encuentra consolidando los conceptos fundamentales de cada bloque temático.

Una segunda modalidad permite generar mezclas aleatorias de preguntas procedentes de distintos temas, lo que favorece una práctica más integradora y permite comprobar el grado de dominio global de los contenidos. Asimismo, el sistema incluye la posibilidad de practicar con preguntas extraídas de exámenes de

convocatorias anteriores, lo que da la posibilidad de familiarizarse con el tipo de formulación habitual de los ítems evaluativos.

Finalmente, la herramienta incorpora un modo de simulación de examen en el que se generan secuencias de veinte preguntas que reproducen el formato habitual de la evaluación oficial. Este tipo de simulación permite entrenar al estudiante en condiciones similares a las que encontrará en la prueba final, favoreciendo tanto la consolidación de conocimientos como la gestión del tiempo durante la resolución del examen.

4.2. Sistema de retroalimentación automática

Uno de los elementos centrales del diseño pedagógico de SEITEL-UNED es su sistema de retroalimentación automática, concebido para transformar la práctica de preguntas tipo test en una experiencia de aprendizaje formativo. En los modelos tradicionales de autoevaluación, los sistemas de preguntas suelen limitarse a indicar si la respuesta seleccionada es correcta o incorrecta. Sin embargo, este tipo de retroalimentación binaria ofrece una información limitada sobre el origen del error conceptual.

En SEITEL-UNED, cuando el estudiante selecciona una respuesta incorrecta, el sistema muestra inmediatamente la respuesta correcta acompañada de una explicación breve que permite comprender el razonamiento que justifica dicha respuesta. Esta explicación permanece visible durante unos segundos antes de avanzar a la siguiente pregunta, lo que ofrece al estudiante un breve espacio de reflexión sobre el error cometido.

Este mecanismo cumple una doble función pedagógica. Por una parte, permite identificar conceptos mal comprendidos, lo que facilita la revisión posterior del contenido correspondiente. Por otra, favorece procesos de aprendizaje basado en el error en los que la equivocación se convierte en una oportunidad para reforzar la comprensión conceptual. De este modo, la herramienta transforma la práctica de preguntas en un proceso activo de construcción del conocimiento.

4.3. Informe de resultados y seguimiento del aprendizaje

Al finalizar cada sesión de práctica, SEITEL genera un informe de resultados que permite al estudiante analizar su desempeño durante la actividad. Este informe incluye el número total de respuestas correctas, la proporción de aciertos y errores, así como un listado detallado de las preguntas respondidas incorrectamente junto con sus explicaciones correspondientes.

Además del resultado numérico, el sistema incorpora un sistema sencillo de insignias de rendimiento que clasifica los resultados en distintos niveles, por ejemplo, en progreso, aceptable, bueno o excelente, con el objetivo de ofrecer una referencia rápida del nivel alcanzado en la práctica realizada.

Este tipo de informe facilita que el estudiante pueda realizar un seguimiento progresivo de su aprendizaje, identificando áreas de mejora y evaluando su evolución a lo largo del proceso de preparación de la asignatura. De este modo, la herramienta no solo actúa como un instrumento de práctica, sino también como un recurso de apoyo a la autorregulación del aprendizaje.

4.4. Aprendizaje autónomo y preparación para el examen

El diseño de SEITEL-UNED responde a la necesidad de ofrecer herramientas que apoyen el aprendizaje autónomo, especialmente en contextos de educación a distancia donde el estudiante gestiona gran parte de su proceso formativo de manera independiente. En este tipo de entornos, disponer de recursos que permitan practicar, comprobar la comprensión de los contenidos y recibir retroalimentación inmediata resulta fundamental para sostener procesos de estudio continuado.

La práctica sistemática mediante preguntas tipo test facilita la consolidación de conceptos clave, ya que obliga al estudiante a discriminar entre diferentes alternativas de respuesta y a aplicar los conocimientos adquiridos durante el estudio del manual. Este tipo de práctica contribuye también a desarrollar habilida-

des de reconocimiento conceptual y análisis de preguntas, competencias necesarias para abordar con éxito pruebas de evaluación objetiva. Asimismo, las simulaciones de examen incluidas en la herramienta permiten que el estudiante experimente situaciones de evaluación similares a las que encontrará en la prueba oficial. Esta familiarización con el formato del examen contribuye a reducir la incertidumbre asociada a la evaluación y favorece una preparación más estratégica.

En conjunto, SEITEL actúa como un recurso de apoyo que complementa el estudio del material teórico y facilita la integración entre aprendizaje, práctica y evaluación dentro del proceso formativo. En el siguiente vídeo el lector interesado puede ver su funcionamiento.

<https://www.youtube.com/watch?v=aATxZzM5gI>



5. Transferibilidad del modelo a otras asignaturas y contextos educativos

El modelo de desarrollo aplicado en SEITEL-UNED presenta un notable potencial de transferencia a otros contextos educativos. La combinación de bancos de preguntas estructurados, generación automática de prácticas y retroalimentación inmediata constituye una estrategia adaptable a distintas disciplinas y formatos de evaluación, especialmente en asignaturas que utilizan pruebas objetivas o actividades de autoevaluación.

Desde el punto de vista tecnológico, su arquitectura ligera basada en tecnologías web estándar facilita su replicabilidad y adaptación a diferentes contenidos sin requerir infraestructuras complejas. Asimismo, el uso de metodologías de desarrollo basadas en *vibe coding* permite que docentes sin formación técnica puedan diseñar herramientas digitales centradas en necesidades

pedagógicas concretas, ampliando las posibilidades de innovación educativa desde el propio contexto docente.

6. Conclusiones

El desarrollo de herramientas educativas mediante inteligencia artificial generativa y enfoques de *vibe coding* abre nuevas posibilidades para la innovación pedagógica en educación superior. El caso de SEITEL muestra cómo el profesorado puede diseñar aplicaciones digitales adaptadas a las necesidades específicas de su contexto docente sin requerir conocimientos avanzados de programación. Este enfoque facilita la creación de recursos centrados en la práctica autónoma, la retroalimentación inmediata y el seguimiento del aprendizaje, contribuyendo al desarrollo de modelos más flexibles, personalizados y escalables de apoyo al estudio.

Referencias

- Chen, M., Tworek, J., Jun, H., Yuan, Q., Pinto, H. P. D. O., Kaplan, J., Edwards, H., Burda, Y., Joseph, N., Brockman, G., Ray, A., Puri, R., Krueger, G., Petrov, M., Khlaaf, H., Sastry, G., Mishkin, P., Chan, B., Gray, S., ... Zaremba, W. (2023). Evaluating large language models trained on code. *arXiv preprint arXiv:2107.03374*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.03374>
- Chow, M. y Ng, O. (2025). From technology adopters to creators: Leveraging AI-assisted vibe coding to transform clinical teaching and learning. *Medical Teacher*, 47(12), 1927-1929. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2025.2488353>
- Hemdev, N. (2025). Vibe coding: A mixed-methods case study on conversational AI programming and application development. *International Journal on Science and Technology (IJSAT)*, 16(3), 1-19.
- Parasuraman, R. y Riley, V. (1997). Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human Factors*, 39(2), 230-253. <https://doi.org/10.1518/001872097778543886>

- Pearce, H., Ahmad, B., Tan, B., Dolan-Gavitt, B. y Karri, R. (2025). Asleep at the keyboard? Assessing the security of GitHub Copilot's code contributions. *Communications of the ACM*, 68(2), 96-105. <https://doi.org/10.1145/3610721>
- Svyatkovskiy, A., Zhao, Y., Fu, S. y Sundaresan, N. (2020). IntelliCode compose: Code generation using transformer. En *Proceedings of the 28th ACM Joint Meeting on European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering* (pp. 1433-1443). ACM. <https://doi.org/10.1145/3368089.3417058>
- Vaithilingam, P., Zhang, T. y Glassman, E. L. (2022). Expectation vs. experience: Evaluating the usability of code generation tools powered by large language models. En *CHI EA' 22: Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-7). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3491101.3519665>
- von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. MIT Press.

Pensamiento computacional como experiencia pedagógica: el modelo E3C en la formación inicial del profesorado

SUSANA SÁNCHEZ CASTRO
M.^a ÁNGELES PASCUAL SEVILLANO
Universidad de Oviedo

1. Introducción

El pensamiento computacional (PC) se ha consolidado como una competencia clave en los sistemas educativos vinculada tanto a la alfabetización digital como a la preparación del alumnado para desenvolverse en entornos sociales y profesionales crecientemente mediados por la tecnología. Desde sus formulaciones iniciales, el PC se ha ido reconceptualizando como una forma de pensar y de abordar problemas complejos que trasciende la programación y puede desarrollarse en múltiples dominios y niveles educativos (Denning y Tedre, 2019).

Sin embargo, diversas revisiones sistemáticas señalan una tendencia recurrente: abordar el PC desde enfoques predominantemente técnicos, centrados en herramientas, lenguajes o secuencias de tareas guiadas sin una reflexión suficientemente profunda sobre los procesos cognitivos y pedagógicos que subyacen a su desarrollo (Dong et al., 2024; Yun y Crippen, 2025). Esta limitación resulta especialmente relevante si se acepta que el valor educativo del PC no reside únicamente en «aprender a programar», sino en desarrollar formas de razonamiento vinculadas a la abstracción, la descomposición de problemas, la identifica-

ción de patrones, la anticipación y la toma de decisiones fundamentadas (Denning, 2017; Palop et al., 2025).

Para responder a este reto, este capítulo presenta el modelo E3C, un ciclo experiencial orientado al desarrollo del pensamiento computacional y un marco pedagógico para diseñar microintervenciones de 60-120 minutos en formación inicial docente. La denominación E3C alude a las cuatro fases que estructuran la experiencia de aprendizaje –experiencia, creatividad, cognición y conexión–, que articulan un proceso inductivo desde la interacción con un desafío hasta la formalización del razonamiento y su transferencia al diseño didáctico. Desde este enfoque, el PC se concibe como un resultado emergente del diseño pedagógico construido a través de la acción, la exploración y la reflexión.

2. Pensamiento computacional como experiencia formativa: aportaciones recientes desde la investigación educativa

Las investigaciones recientes coinciden en que el PC no puede reducirse a destrezas técnicas ni al aprendizaje de lenguajes de programación específicos. En cambio, se entiende cada vez más como un proceso cognitivo complejo vinculado a la manera en que los sujetos interpretan, estructuran y transforman situaciones problemáticas (Denning y Tedre, 2019; Palop et al., 2025).

En el ámbito de la formación del profesorado, revisiones sistemáticas recientes subrayan que las propuestas más eficaces para desarrollar PC no son necesariamente aquellas que incorporan mayor carga de contenidos técnicos, sino aquellas que promueven la participación activa del alumnado en situaciones abiertas, con margen para la exploración, el error productivo y la reflexión (Dong et al., 2024; Yun y Crippen, 2025).

En respuesta a estas tensiones, la literatura ha propuesto marcos que integran creatividad, resolución de problemas y reflexión como componentes esenciales del pensamiento computacional

y de su integración educativa. Entre los modelos operativos centrados en la actividad y el proceso destaca el *Creative Computational Problem Solving* (CCPS), que articula un ciclo de exploración del desafío, generación de ideas, construcción/implementación y evaluación-iteración a partir de la retroalimentación del sistema, con énfasis en el error productivo, la experimentación y la revisión estratégica, situando la creatividad como componente constitutivo del PC (Chevalier et al., 2020).

Junto a estos enfoques, se han desarrollado progresiones pedagógicas, como *Use-Modify-Create*, que proponen avanzar desde el uso de artefactos existentes hacia su modificación y creación, favoreciendo la autonomía y la comprensión progresiva (Houchins et al., 2021). En un plano más amplio, marcos de conocimiento profesional docente como TPACK conceptualizan la integración significativa de la tecnología a partir de la articulación entre conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (Tondeur et al., 2012; Kong et al., 2023), mientras que modelos centrados en la adopción, como TAM, permiten explicar el peso de creencias y percepciones en la disposición docente a incorporar tecnología (Scherer et al., 2019).

De manera creciente, además, se observa interés por formatos breves e intensivos –microintervenciones o *bootcamps* pedagógicos– que muestran resultados prometedores cuando combinan práctica, reflexión y orientación a la transferencia, especialmente bajo restricciones temporales propias de los grados universitarios (Tarling et al., 2023; González-Martínez et al., 2024). No obstante, la literatura advierte de que disponer de marcos de referencia o de formatos intensivos no garantiza, por sí mismo, que se produzca reorganización cognitiva ni que la transferencia al rol docente quede integrada de manera estructural; de ahí la necesidad de modelos pedagógicos explícitos que traduzcan la evidencia en arquitecturas didácticas operativas y replicables (Dong et al., 2024; Yun y Crippen, 2025; Liu et al., 2024).

Sobre esta base, el modelo E3C se plantea como una propuesta orientada a operacionalizar, en tiempos breves, una experiencia de aprendizaje que favorezca la reorganización cognitiva y la transferencia didáctica.

3. El modelo E3C: un enfoque experiencial para el desarrollo del pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado

El modelo E3C concibe el PC como resultado emergente de un diseño pedagógico intencional y no como consecuencia automática del uso de determinadas tecnologías.

El modelo articula este proceso mediante cuatro fases interrelacionadas –experiencia, creatividad, cognición y conexión– que estructuran el ciclo experiencial presentado en la figura 1.



Figura 1. Modelo E3C: ciclo experiencial del pensamiento computacional

La fase de experiencia activa el desafío y la necesidad de explicación; creatividad impulsa la externalización de hipótesis mediante representaciones informales; cognición formaliza el razonamiento identificando patrones, secuencias, condiciones y estados, y conexión reinterpreta lo vivido desde el rol docente para diseñar una propuesta transferible a Infantil o Primaria.

Para evitar que el modelo E3C se interprete como una secuencia prescriptiva, su implementación requiere atender a tres con-

diciones de diseño. En primer lugar, el desafío debe estar calibrado: ha de generar incertidumbre productiva, pero ofrecer regularidades accesibles y retroalimentación suficiente para que el alumnado pueda formular hipótesis y progresar sin caer en el caos. En segundo lugar, se recomienda un andamiaje no directivo, basado en preguntas que sostienen la exploración sin revelar la solución (p. ej., «¿qué ha cambiado?», «¿qué se mantiene igual?», «¿qué pasaría si...?», «¿qué evidencia tienes?»). Por último, la sesión debe cerrar con una síntesis explícita: se nombran colectivamente reglas, patrones o estados identificados y se conectan con conceptos de PC, de modo que la experiencia termine convertida en lenguaje compartido y transferible.

3.1. Principios pedagógicos del modelo E3C

El modelo E3C se fundamenta en una serie de principios pedagógicos que lo distinguen de enfoques más instrumentales del PC y que responden a aportaciones recientes del campo de las ciencias del aprendizaje y de la formación docente:

1. **Primacía de la experiencia sobre la instrucción.** El modelo prioriza la interacción directa con un desafío significativo frente a la explicación previa de conceptos técnicos. Este énfasis resulta especialmente pertinente en la formación inicial del profesorado, donde revisiones recientes muestran que el PC se desarrolla con mayor profundidad cuando se activa mediante participación abierta, exploración y reflexión más que a través de secuencias excesivamente guiadas centradas en herramientas específicas (Dong et al., 2024; Yun y Crippen, 2025).
2. **Centralidad del error y la exploración.** El error se concibe como un elemento productivo que desencadena procesos de revisión, contraste de hipótesis y ajuste estratégico. Diversos estudios señalan que la presencia de conflicto cognitivo favorece aprendizajes más profundos y transferibles (Darling-Hammond et al., 2020).
3. **Separación inicial entre razonamiento y codificación formal.** En las primeras fases del modelo, el PC se trabaja sin necesi-

dad de programación explícita. La separación intencionada permite focalizar la atención en los procesos cognitivos subyacentes –abstracción, descomposición, anticipación– y no en la herramienta. Este planteamiento responde a críticas recientes a enfoques excesivamente guiados o tecnocéntricos del PC (Dong et al., 2024).

4. Transferencia explícita a la práctica docente. El modelo incorpora de forma sistemática una fase orientada a la reinterpretación pedagógica de la experiencia. El alumnado no solo «vive» el proceso, sino que analiza cómo puede trasladarlo a contextos educativos reales. Esta transferencia explícita resulta clave para la integración sostenida del PC en la práctica docente (Tondeur et al., 2012; Liu et al., 2024). Estudios recientes subrayan que cuando esta reflexión pedagógica no se incorpora de forma estructural en la formación inicial, el uso del PC tiende a quedar restringido a experiencias puntuales o dependientes del recurso tecnológico empleado, sin una integración sostenida en la práctica docente (Scherer et al., 2019; Liu et al., 2024).
5. Flexibilidad y no dependencia tecnológica. El modelo puede implementarse con robótica, videojuegos, programación visual, materiales físicos o incluso actividades desconectadas, siempre que se preserve la lógica experiencial del ciclo. De este modo, el PC se concibe como una competencia pedagógica, no como un conjunto de destrezas ligadas a una herramienta concreta.
6. Accesibilidad, participación y andamiaje inclusivo. El modelo E3C permite diseñar experiencias de PC que contemplen la diversidad del alumnado mediante múltiples formas de implicación, representación y acción/expresión. En la práctica, esto implica ofrecer diferentes modos de externalizar la comprensión (oral, gráfico, escrito, manipulativo), estructurar el trabajo cooperativo con roles (p. ej., observador de patrones, formulador de hipótesis, verificador de reglas) y graduar el nivel de apoyo docente (pistas, preguntas guía, ejemplos parciales) sin eliminar la incertidumbre productiva. Esta orientación facilita que estudiantes con perfiles heterogéneos pue-

dan participar activamente en el ciclo experiencial, reduciendo barreras instrumentales y favoreciendo la equidad en el acceso a los procesos de razonamiento.

3.2. Fase 1. Experiencia: activación del desafío cognitivo

La fase de experiencia tiene como objetivo provocar una situación inicial de desafío que active la curiosidad, la exploración y un cierto grado de desorientación cognitiva. En esta fase no se explicitan conceptos de PC ni se ofrecen instrucciones detalladas sobre el funcionamiento del recurso utilizado. La mediación docente consiste en regular la incertidumbre –no en eliminarla– favoreciendo la explicitación de estrategias mediante preguntas, contrastes y reconstrucción colectiva de reglas.

El alumnado se enfrenta a una situación problemática abierta, como interactuar con un sistema sin conocer su lógica, jugar a un videojuego sin instrucciones o resolver un reto incompleto. El propósito no es resolver correctamente la tarea, sino experimentar la incertidumbre y activar preguntas implícitas: ¿por qué ocurre esto?, ¿qué he hecho para que pase?, ¿qué podría probar ahora?

3.3. Fase 2. Creatividad: representación y exploración del problema

En la fase de creatividad, el foco se desplaza desde la acción hacia la representación personal del problema. El alumnado traduce la experiencia vivida en esquemas, dibujos, hipótesis o explicaciones verbales sin recurrir todavía a código ni a formalismos técnicos.

Este momento provoca una primera reorganización cognitiva: el alumnado deja de actuar de manera impulsiva y comienza a pensar sobre lo ocurrido. Al externalizar su comprensión, identifica elementos relevantes, relaciones entre componentes y posibles vías de solución. Se activan así procesos centrales del PC –abstracción y descomposición– desde un enfoque creativo y no técnico.

3.4. Fase 3. Cognición: estructuración del pensamiento computacional

La fase de cognición introduce una reorganización cognitiva más explícita. A partir de las representaciones elaboradas en la fase anterior, el alumnado comienza a identificar patrones, ordenar secuencias, formular condiciones y poner a prueba hipótesis.

Es en este momento cuando conceptos propios del PC –secuencia, repetición, condición, estado, depuración– pueden introducirse como formas de nombrar procesos mentales que ya están ocurriendo. La programación, la robótica o los lenguajes visuales funcionan aquí como herramientas de formalización y contraste del razonamiento, más que como su origen exclusivo.

Esta fase constituye el núcleo del modelo: el paso de ideas intuitivas a formas de razonamiento más sistemáticas y transferibles. El PC emerge como una manera de organizar la experiencia, no como un conjunto de instrucciones aprendidas de memoria (Denning y Tedre, 2019).

3.5. Fase 4. Conexión: transferencia a la práctica docente

La fase de conexión constituye uno de los elementos más distintivos del modelo E3C. En ella, el alumnado reinterpreta la experiencia vivida desde su rol como futuro docente, reflexionando explícitamente sobre qué se ha aprendido, qué procesos cognitivos se han activado y cómo podría reproducirse esta lógica en contextos educativos reales.

Se analizan adaptaciones para Educación Infantil y Primaria conectando las actividades con el currículo y las competencias que desarrollar y evaluar. Por ejemplo, en Infantil puede plantearse un juego motor con reglas condicionales y roles cooperativos, mientras que en Primaria puede trasladarse a dinámicas de tablero con estados, condiciones y revisión de estrategias. En ambos casos, el objetivo es reproducir la lógica del ciclo –desafío, representación, estructuración y transferencia– más allá del recurso tecnológico.

4. Aplicación del modelo E3C mediante videojuegos clásicos: un caso paradigmático

Los videojuegos clásicos constituyen un caso paradigmático para ilustrar el modelo E3C, ya que presentan sistemas de reglas relativamente transparentes, retroalimentación inmediata y una lógica de ensayo, error y ajuste estratégico que favorece la identificación de patrones y la anticipación. Desde esta perspectiva, su interés pedagógico no reside tanto en su dimensión lúdica o tecnológica como en su capacidad para hacer visible la reorganización cognitiva que sustenta el pensamiento computacional.

4.1. Activación experiencial (experiencia): el videojuego como desafío cognitivo inicial

Para ilustrar la aplicación del modelo E3C, se selecciona el videojuego clásico *Pac-Man*, desarrollado por Namco (actual Bandai Namco Entertainment), lanzado originalmente en 1980 y diseñado por Toru Iwatani. Se trata de un videojuego de tipo *maze-chase* en el que el jugador debe recorrer un laberinto consumiendo puntos mientras evita ser capturado por enemigos (fantasmas). Su mecánica central se basa en la toma constante de decisiones espaciales, la anticipación de trayectorias y la adaptación estratégica al comportamiento del sistema.

Pac-Man introdujo, de manera pionera, patrones de comportamiento diferenciados para cada enemigo, lo que obliga al jugador a inferir reglas implícitas y ajustar su estrategia en función del contexto (Wardrip-Fruin, 2020). Esta característica convierte al juego en un sistema especialmente adecuado para el análisis desde una perspectiva computacional, ya que el progreso depende de comprender cómo funciona el sistema, no de ejecutar una secuencia memorizada de acciones. Esta misma lógica ha llevado a que *Pac-Man* sea utilizado como entorno de aprendizaje en contextos educativos al ofrecer un sistema de reglas suficientemente transparente como para analizar procesos de toma de decisiones y razonamiento algorítmico sin necesidad de programación explícita.

Desde la lógica del modelo E3C, la experiencia comienza con una interacción directa con el videojuego sin ofrecer instrucciones detalladas sobre su funcionamiento. El docente proporciona una consigna mínima y deliberadamente abierta, por ejemplo: «Jugad durante unos minutos e intentad avanzar. Observad qué ocurre y qué decisiones tomáis». Más allá de las indicaciones básicas para mover al personaje, no se explicitan reglas, objetivos ni estrategias.

Durante esta fase, el alumnado realiza múltiples intentos, comete errores frecuentes, observa regularidades y comienza a anticipar consecuencias de sus acciones. El rol del docente es el de observador activo, regulando la incertidumbre mediante preguntas no directivas («¿qué ha pasado?», «¿por qué crees que ha ocurrido?», «¿qué probarías ahora?»), sin ofrecer soluciones ni explicaciones cerradas. El objetivo no es «jugar bien», sino exponerse a un sistema inicialmente opaco que genera preguntas y necesidad de explicación (Wardrip-Fruin, 2020).

4.2. Representación creativa del sistema (creatividad): pensar el juego sin código

Tras la interacción inicial, el modelo E3C introduce una pausa intencionada para dar paso a la fase de creatividad. En este momento, el alumnado deja de actuar sobre el sistema para pensar sobre él. Se le invita a representar cómo cree que funciona el juego mediante esquemas, dibujos, mapas, explicaciones verbales o reglas expresadas en lenguaje natural, sin recurrir todavía a código ni a formalismos técnicos.

En el caso de *Pac-Man*, estas representaciones pueden incluir, por ejemplo:

- esquemas del laberinto identificando zonas de riesgo y zonas seguras,
- descripciones del comportamiento de los fantasmas en distintas situaciones,
- hipótesis sobre los cambios de estado al consumir determinados elementos,

- reglas expresadas en forma condicional («si ocurre X, entonces pasa Y»).

Estas producciones no buscan precisión técnica, sino externalizar la comprensión intuitiva construida durante la experiencia de juego. Desde el punto de vista cognitivo, se produce aquí una reorganización clave: el alumnado pasa de la acción impulsiva a la modelización del sistema, activando procesos de abstracción y descomposición característicos del PC.

4.3. Estructuración cognitiva (cognición): de la intuición a la lógica computacional

La fase de cognición introduce una reorganización cognitiva más explícita. A partir de las representaciones elaboradas en la fase anterior, el alumnado comienza a identificar patrones recurrentes, secuencias eficaces, condiciones que provocan cambios en el sistema y distintos estados del juego.

En *Pac-Man*, por ejemplo, se analizan:

- regularidades en el movimiento de los fantasmas,
- secuencias de recorrido más eficaces,
- condiciones que activan cambios temporales en el comportamiento del sistema,
- estados diferenciados como persecución, huida o vulnerabilidad.

En este momento se introducen conceptos propios del PC –secuencia, condición, repetición, estado, depuración– como lenguaje para nombrar procesos mentales que ya están ocurriendo. La programación o los lenguajes formales pueden aparecer aquí como herramientas de contraste y formalización, pero no como punto de partida del razonamiento.

4.4. Conexión pedagógica (conexión) y proyección profesional del pensamiento computacional

La fase final del modelo E3C desplaza explícitamente el foco desde el videojuego hacia el diseño pedagógico. En este momento, el alumnado reinterpreta la experiencia vivida desde su rol como futuro docente, reflexionando sobre:

- qué procesos cognitivos se han activado,
- qué competencias se han desarrollado,
- cómo podría reproducirse esta lógica en Educación Infantil o Primaria,
- qué adaptaciones metodológicas serían necesarias,
- cómo podrían evaluarse estos procesos.

El videojuego deja así de ocupar el centro de la actividad y pasa a funcionar como pretexto para pensar el diseño de experiencias basadas en desafíos, reglas, toma de decisiones y resolución de problemas. El alumnado puede, por ejemplo, diseñar actividades desconectadas que reproduzcan la lógica del sistema, juegos de tablero con reglas condicionales o situaciones de aprendizaje alineadas con el currículo.

5. Discusión y aportación del modelo E3C a la formación inicial del profesorado

La aportación del modelo puede sintetizarse en tres contribuciones complementarias. En primer lugar, E3C aporta un criterio pedagógico para discriminar entre actividades «con tecnología» y experiencias formativas que efectivamente promueven PC: no basta con participar en tareas de programación, robótica o videojuegos, sino que resulta necesario que la experiencia provoque conflicto cognitivo, exploración, explicitación progresiva de hipótesis y reconstrucción de reglas (Darling-Hammond et al., 2020).

En segundo lugar, E3C operacionaliza estas convergencias en una arquitectura de diseño replicable en contextos reales. Su ciclo

en cuatro fases concentra, en tiempos formativos breves, procesos que la literatura identifica como nucleares para el desarrollo del PC: ensayo-error productivo, formulación de hipótesis, identificación de patrones, depuración basada en evidencias y reflexión metacognitiva (Denning, 2017; Darling-Hammond et al., 2020).

En tercer lugar, el modelo integra la transferencia profesional como componente estructural del diseño. La fase de conexión no funciona como cierre opcional, sino como mecanismo de traducción explícita de la experiencia a decisiones docentes: diseño de actividades, anticipación de dificultades, criterios de evaluación y adaptación al contexto. Esta incorporación responde a una de las demandas más consistentes en investigación sobre formación docente: cuando la reflexión pedagógica y la transferencia no se diseñan de forma explícita, el PC tiende a quedar asociado a experiencias puntuales o dependientes del recurso tecnológico, debilitando su integración sostenida en la práctica (Tondeur et al., 2012; Liu et al., 2024; Scherer et al., 2019). Desde esta perspectiva, E3C no solo favorece el desarrollo de pensamiento computacional, sino que contribuye a reencuadrarlo como herramienta pedagógica al servicio del aprendizaje y no como un fin tecnológico.

Referencias

- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A. y Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(1), article 39. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B. y Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>

- Denning, P. J. y Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. MIT Press.
- Dong, W., Li, Y., Sun, L. y Liu, Y. (2024). Developing pre-service teachers' computational thinking: A systematic literature review. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(1), 191-227. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09811-3>
- González-Martínez, J., Peracaula-Bosch, M. y Meyerhofer-Parra, R. (2024). Impacto de una formación intensiva en programación en el desarrollo del Pensamiento Computacional en futuros/as maestros/as. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 187-208. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37672>
- Houchins, J. K., Boulden, D. C., Lester, J., Mott, B., Boyer, K. E. y Wiebe, E. N. (2021). How Use-Modify-Create brings middle grades students to computational thinking. *International Journal of Designs for Learning*, 12(3), 1-20. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v12i3.30733>
- Kong, S., Lai, M. y Li, Y. (2023). Scaling up a teacher development programme for sustainable computational thinking education: TPACK surveys, concept tests and primary school visits. *Computers & Education*, 194, 104707. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104707>
- Liu, Z., Gearty, Z., Richard, E., Orrill, C. H., Kayumova, S. y Balasubramanian, R. (2024). Bringing computational thinking into classrooms: A systematic review on supporting teachers in integrating computational thinking into K–12 classrooms. *International Journal of STEM Education*, 11(1), article 51. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00510-6>
- Palop, B., Díaz, I., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Santaengracia, J. J. (2025). Redefining computational thinking: A holistic framework and its implications for K–12 education. *Education and Information Technologies*, 30(10), 13385-13410. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13297-4>
- Scherer, R., Siddiq, F. y Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Tarling, G., Melro, A., Kleine Staarman, J. y Fujita, T. (2023). Making coding meaningful: University students' perceptions of bootcamp

- pedagogies. *Pedagogies: An International Journal*, 18(4), 578-595. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2022.2077338>
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P. y Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Wardrip-Fruin, N. (2020). *How Pac-Man eats*. MIT Press.
- Yun, M. y Crippen, K. J. (2025). Computational thinking integration into pre-service science teacher education: A systematic review. *Journal of Science Teacher Education*, 36(2), 225-254. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2024.2390758>

Innovación pedagógica y comprensión interdisciplinar mediante el uso del pensamiento computacional y la robótica con alumnado universitario del título de Magisterio

ISABEL ORTEGA-SÁNCHEZ

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

YOLANDA MÁRQUEZ-DOMÍNGUEZ

MARÍA DEL CARMEN RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ

OLGA MARÍA ALEGRE DE LA ROSA

Universidad de La Laguna

1. Introducción

Cada vez la sociedad demanda más profesionales con formación que sean capaces de adaptarse a variados contextos en constante cambio, donde la tecnología y la automatización transforman los entornos de trabajo y aprendizaje. En este contexto, el pensamiento computacional (PC) emerge como una competencia clave para el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con la lógica, la resolución de problemas y la creatividad (Wing, 2006). Paralelamente, la robótica educativa (RE) se ha consolidado como un recurso innovador que permite materializar conceptos abstractos y fomentar el aprendizaje activo y significativo.

En el ámbito de la formación del futuro profesorado de Educación Primaria, estas herramientas adquieren un papel clave y

estratégico porque no solo contribuyen al desarrollo de competencias digitales docentes (INTEF, 2022), sino que también promueven metodologías activas centradas en el estudiantado, como el aprendizaje basado en proyectos o el aprendizaje cooperativo.

Este capítulo analizó la aplicabilidad del PC y la RE en la formación inicial de docentes de Educación Primaria, destacando sus posibilidades aplicativas en la práctica pedagógica que desarrolle dicho profesorado en un futuro de cara a favorecer en el alumnado la adquisición de competencias profesionales.

El PC implica descomponer problemas complejos en partes manejables, diseñar algoritmos y aplicar la abstracción para formular soluciones eficientes. El PC no se limita a la programación, sino que constituye una forma de pensamiento transversal aplicable a múltiples disciplinas (Barr y Stephenson, 2011).

El PC se concibe como un proceso cognitivo que implica formular problemas y sus soluciones de manera que un ordenador –o una persona– pueda llevarlas a cabo de forma efectiva (Wing, 2006). El PC es también una competencia transversal que combina habilidades de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos (Brennan y Resnick, 2012). Estas destrezas permiten al alumnado estructurar el pensamiento lógico y sistemático para resolver problemas en diversos contextos.

Autores como Grover y Pea (2018) ampliaron el concepto al señalar que el PC incluye tanto el uso de herramientas tecnológicas como el desarrollo de un enfoque mental orientado a la resolución creativa de problemas. Este enfoque se relaciona con la alfabetización digital, el razonamiento lógico y la metacognición, lo que lo convierte en una competencia esencial del siglo XXI (Moreno-León y Robles, 2016).

En el ámbito educativo, la enseñanza del PC se concibe como una metodología que promueve el aprendizaje activo y el pensamiento crítico. Wing (2011) argumentó que aprender a pensar computacionalmente implica adquirir una forma de pensamiento que fomenta la autonomía y la toma de decisiones basadas en la lógica. Existen pocas investigaciones sobre la formación do-

cente en PC (Palop et al., 2025), debido a que el PC se sitúa como centro de la innovación educativa y es necesario formarlos para que los futuros maestros incorporen el PC para la resolución de problemas y la adquisición de otras habilidades (Román-González et al., 2017).

Hamed et al. (2025) recientemente manifestaron que, tras un profundo análisis bibliométrico centrado en el concepto, componentes y herramientas de evaluación del PC, hallaron algunas lagunas en formación docente y en la evaluación en cuanto al uso docente de dicho PC.

Además, desde el punto de vista curricular, organismos internacionales como la UNESCO (2019) y la Comisión Europea han promovido la inclusión del PC en los planes de estudio como parte de la alfabetización digital y científica. En consecuencia, propugnan que los y las docentes deben ser capaces de comprender, aplicar y enseñar el PC como una herramienta de pensamiento que trasciende a la tecnología.

Lachney et al. (2025) se centraron en docentes de informática K-12 y abordaron la forma en que el profesorado entiende la idea de que el PC está embebido en epistemologías, prácticas y diseños culturales, lo cual resulta de utilidad a la hora de considerar la planificación de la formación docente y la equidad.

Existen multitud de experiencias vinculadas a la programación del PC en la educación; así, la experiencia sueca sobre la integración de programación y PC en educación tecnológica fueron planteadas por Pengsuwan (2025), aportando un marco comparativo con otros países, el cual enriquece el planteamiento teórico del PC.

Wong et al. (2025) analizaron 374 artículos sobre PC e identificaron líneas emergentes como la integración curricular, el pensamiento crítico y los beneficios socioemocionales que el uso de dicho pensamiento provoca en los futuros docentes.

Un marco holístico para el PC es el que proponen Palop et al. (2025), el cual va más allá de la codificación, puesto que integra datos, matemáticas y alfabetización digital en K-12.

En la misma dirección, Zhang et al. (2025) proponen un marco teórico que integra paradigmas de PC como la descomposi-

ción, la abstracción y la simulación, ampliando la conceptualización de PC hacia inteligencia artificial (IA).

Ji y Wong (2025) exploraron cómo un modelo de aprendizaje basado en problemas (PBL) enriquecido con el PC promovía el pensamiento creativo en alumnado de Primaria, abordando así la integración de dicho pensamiento desde enfoques que fueron más allá de la programación para alcanzar aspectos vinculados al pensamiento más elaborado, como fueron la creatividad y la resolución de problemas, entre otros.

Por su parte, Rodrigues et al. (2025) llevaron a cabo una evaluación longitudinal del conocimiento científico en PC de futuros maestros y maestras de Primaria durante un programa de formación de nueve meses; destacamos del mismo la conclusión a la que llegaron de que es necesario programar intervenciones estructuradas para el uso del PC en la formación inicial docente.

Rodríguez y Puig (2025) exploraron un enfoque innovador (realidad virtual + metáforas) para enseñar PC, lo que puede ampliar tu marco teórico hacia metodologías emergentes.

1.1. Hipótesis 1 (H1). El uso creativo de la codificación a través de la robótica puede aportar actividades dinámicas de enseñanza aprendizaje que propicie el rendimiento académico, desarrollo cognitivo y emocional a juicio de los futuros docentes de Educación Primaria

Esta hipótesis tuvo respaldo teórico en los usos que la robótica educativa ha desarrollado mediante el uso de dispositivos programables (como Bee-Bot, LEGO® Education o Arduino) para facilitar la comprensión de conceptos tecnológicos y fomentar la colaboración y el razonamiento lógico. Su valor pedagógico reside en la integración del aprender haciendo, donde el error se convierte en oportunidad de aprendizaje.

La RE constituye un campo interdisciplinar que abarca la ingeniería, la programación y la didáctica con el fin de facilitar aprendizajes significativos mediante la manipulación de objetos físicos y virtuales. El fundamento teórico se relaciona con las teorías constructivistas y construccionistas de Piaget (1954) y Pa-

pert (1980), los cuales sostuvieron que el conocimiento se construye activamente a través de la experiencia y la interacción con el entorno. Por ejemplo, Papert fue el pionero del uso educativo de la tecnología y desarrolló el lenguaje Logo con el propósito de enseñar a los niños y niñas a pensar de manera estructurada y creativa a través de la programación.

Hoy en día, la RE permite al alumnado diseñar, construir y programar robots que resuelven problemas concretos. Este proceso promueve la curiosidad, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico (Eguchi, 2017). Además, constituye un recurso idóneo para desarrollar competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y, más recientemente, STEAM (añadiendo el componente de arte y creatividad) (Martín-Ramos y Díaz, 2020).

Pero la RE también favorece el desarrollo de habilidades socioemocionales como la cooperación, la tolerancia al error y la perseverancia. Si nos situamos en el contexto de la formación docente, tales experiencias permiten que los futuros maestros y maestras comprendan cómo el aprendizaje basado en proyectos y la experimentación pueden transformar el aula más tradicional en un espacio interactivo de innovación y descubrimiento (Romero y Pérez, 2021).

Sin embargo, integrar la RE en la formación inicial de los futuros maestros y maestras presenta importantes desafíos, como la falta de infraestructura tecnológica, la carencia de formación específica y la resistencia al cambio pedagógico (Bers, 2020). En esa dirección es por lo que se considera necesario incluir en los programas universitarios módulos específicos de robótica, con la meta de que se conecte la teoría educativa con la práctica tecnológica.

Destacamos recientes investigaciones como la de Mora et al. (2025), que estudiaron la formación en RE en docentes de informática buscando que se pudieran ir superando las barreras para la su implementación.

1.2. Hipótesis 2 (H2). Se encuentran diferencias significativas entre los y las futuros docentes de Educación Primaria en relación con las diferencias por género en las actitudes sobre el uso del PC y la RE

La revisión sistemática realizada por Lin y Wong (2024) analizó 23 artículos focalizados en diferencias de género en habilidades de PC entre el alumnado de Primaria y Secundaria. Hallaron que las diferencias por género variaban según las regiones y no encontraron un patrón universal claro. Se destaca la necesidad de contar con instrumentos de medida específicos para estudiar el género. De otra parte, hallaron que los chicos se centraron más en la operación (construir/programar), mientras que las chicas prestaron más atención al problema, a la colaboración del grupo y a la dinámica del propio equipo.

La investigación de Villalustre y Cueli (2023) con futuros maestros y maestras de Primaria analizó la relación del género y experiencia previa en programación o robótica y halló que los hombres obtuvieron mejores resultados en el ejercicio de PC y que la experiencia previa de los mismos fue un factor determinante. Obtuvieron que mujeres con experiencia previa tuvieron mejores resultados que aquellas que no la tenían. Los autores llegan a la conclusión de que es necesario incorporar el PC en la formación del profesorado adaptando estrategias y metodologías en función de las necesidades de cada género o grupo.

Chiang et al. (2023) obtuvieron que las competencias de robótica impulsaban el desarrollo de la educación STEM, pero existía disparidad de género. Este estudio se centró en la Olimpiada Mundial de Robótica (WRO) y exploró las diferencias de género en tres grupos de edad en cuatro categorías de competencias. Los resultados mostraron que de los 5956 participantes en las finales de la WRO de 2015 a 2019, las mujeres representaron solo el 17,3 %. La categoría abierta, que enfatizaba la creatividad, atrajo a un número relativamente mayor de participantes femeninas. A medida que aumentaba la edad, el número de participantes femeninas disminuía. Los equipos exclusivamente femeninos tuvieron ventajas en sus habilidades de comunicación,

presentación y colaboración, pero presentaron menor desempeño en la construcción de robots. Los resultados pusieron de manifiesto la importancia de fomentar la participación de las niñas en competiciones de robótica y en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

Van Wassenae et al. (2023) desarrollaron una investigación en los Países Bajos con estudiantes de 7.º y 8.º grado usando un currículo de robótica. No se hallaron diferencias en actitud hacia STEM entre chicas y chicos entre pretest y postest globalmente. Sin embargo, los chicos puntuaron significativamente más alto que las chicas en actitud hacia tecnología, ingeniería y futuros estudios STEM en el postest. Esto mostró que, aunque la robótica podía tener efectos positivos, aún persistieron diferencias de actitud según género.

De la Hoz e al. (2024) realizaron una investigación con futuros maestros, 38 hombres y 78 mujeres, y hallaron diferencias significativas de género en el pretest, aunque tras la intervención basada en la RE no hubo diferencias estadísticamente significativas entre géneros. Después de la intervención, tanto hombres (55,26 %) como mujeres (53,85 %) alcanzaron niveles similares de alto/intermedio en el uso de la RE. Los resultados llevaron a los autores a pensar que intervenciones de robótica pueden ayudar a «nivelar» diferencias iniciales de género, habida cuenta que la investigación demostró que las diferencias desaparecieron tras la intervención.

En definitiva, se entiende que las intervenciones basadas en robótica educativa, programación visual y actividades colaborativas parecen prometer reducir diferencias de género siempre que se diseñen con conciencia de género.

2. Método

Se utilizó un diseño cuasiexperimental de grupos no equivalentes con medidas de postest. El estudio comparó dos modalidades de formación en programación. En la primera condición, un grupo de estudiantes recibió únicamente instrucción teórica. En la segunda condición, los y las estudiantes participaron en un

taller práctico en el que, mediante la utilización de pequeños robots, se introdujeron conceptos de programación a través de actividades como seguir una línea o recoger objetos. Al finalizar la intervención, ambos grupos completaron una prueba diseñada para evaluar sus conocimientos en programación.

2.1. Sujetos

La muestra estuvo compuesta por 144 estudiantes de la titulación del grado de Magisterio en Educación Primaria pertenecientes a tres universidades españolas. La edad de los participantes osciló entre los 18 y los 32 años ($M = 19,03$, $DE = 2,12$). La mayoría fueron mujeres ($n = 125$; 86,8 %), mientras que los hombres representaron el 13,2 % ($n = 19$) (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Descriptivas variable edad

	N	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
Edad	144	19,03	18,00	2,12	18	32

Fuente: elaboración propia (2026)

Tabla 2. Frecuencias de la variable género

Nivel	Frecuencia	Proporción
Femenino	125	0,87
Masculino	19	0,13

Fuente: elaboración propia (2026)

En cuanto a la distribución por grupos, 39 estudiantes (27,1 %) conformaron el grupo control, que recibió únicamente instrucción teórica, mientras que 105 estudiantes (72,9 %) integraron el grupo experimental en el que se desarrolló un taller práctico (tabla 3). La asignación a los grupos no fue aleatoria, ya que dependió de la universidad de procedencia: los estudiantes de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) ($n = 39$; 27,1 %) recibieron formación teórica, mientras que los de la Universidad de La Laguna (ULL) ($n = 83$; 57,6 %) y la Universi-

dad de Oviedo (UniOvi) (n = 22; 15,3 %) participaron en el taller práctico (tabla 4).

Tabla 3. Frecuencias de la variable grupo

Nivel	Frecuencia	Proporción
Control	39	0,27
Experimental	105	0,73

Fuente: elaboración propia (2026)

Tabla 4. Frecuencias de la variable universidad

Nivel	Frecuencia	Proporción
UCM	39	0,27
ULL	83	0,58
UniOvi	22	0,15

Fuente: elaboración propia (2026)

2.2. Instrumentos

Para la recogida de datos se elaboró un cuestionario *ad hoc* orientado a evaluar actitudes y percepciones hacia la programación y la robótica en el ámbito educativo. El instrumento incluyó ítems de respuesta tipo Likert con un rango de 5 puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), en el que puntuaciones más altas reflejaban una actitud más positiva hacia la integración de la programación en la formación inicial docente y su aplicación en diferentes áreas curriculares.

El cuestionario estuvo estructurado en tres bloques temáticos:

1. Valoración de la relevancia de la programación del PC en la formación docente (ejemplo de ítem: «Conocimientos de programación o codificación son necesarios en la formación de los futuros docentes»).
2. Percepción sobre el enfoque de programación en PC y RE (ejemplo de ítem: «El enfoque de programación en PC y RE fomenta procesos de innovación educativa»).

3. Aplicaciones educativas de la programación en PC y la RE en distintas áreas curriculares (ejemplo de ítem: «La programación en PC y la RE potencian el aprendizaje matemático»; «La programación en PC y la RE puede ayudar a estudiantes con necesidades educativas especiales»).

El análisis de fiabilidad de la escala completa mostró una alta consistencia interna ($\alpha = 0,90$). En cuanto a los tres bloques, los valores de alfa de Cronbach fueron $\alpha = 0,65$ para el bloque 1; $\alpha = 0,77$ para el bloque 2, y $\alpha = 0,84$ para el bloque 3.

Cabe señalar que, aunque se administró de manera paralela un cuestionario complementario destinado a evaluar conocimientos específicos de programación, los datos obtenidos no pudieron vincularse con las respuestas del presente instrumento debido a la ausencia de un identificador único que permitiera relacionar ambas bases de datos.

2.3. Procedimiento

Las sesiones se desarrollaron en el aula habitual del alumnado. En la condición teórica se impartió una exposición apoyada en diapositivas en la que el profesorado presentó conceptos y referencias clave de PC y RE y ejemplos ilustrativos. En la condición práctica, tras una breve introducción, el estudiantado se organizó en grupos de cuatro para realizar una práctica con pequeños robots. Se les solicitó diseñar y programar dos o tres tareas (p. ej., seguir una línea, recoger un objeto o activar movimientos mediante la luz del teléfono móvil). Al finalizar, se administró el cuestionario de actitudes en formato en línea; adicionalmente, en algunas universidades se realizaron actividades evaluativas de refuerzo (p. ej., Kahoot!). En paralelo se aplicó una prueba de conocimientos, que no pudo vincularse al cuestionario de actitudes por no disponer de un identificador único común.

2.4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados organizados en función de las hipótesis formuladas siguiendo la misma estructura empleada en la introducción. En primer lugar, se aborda la hipótesis relativa al valor metodológico de la programación visual por bloques; en segundo lugar, se exponen los resultados relacionados con el uso creativo de la codificación y su influencia en las actitudes del alumnado, y, finalmente, se presentan los análisis referidos a las posibles diferencias por género en las actitudes hacia la programación y la robótica.

Hipótesis 1. El uso creativo de la codificación a través de la robótica puede aportar actividades dinámicas de enseñanza aprendizaje que propicie el rendimiento académico, desarrollo cognitivo y emocional a juicio de los y las futuros docentes de Educación Primaria

Para contrastar esta hipótesis, se realizaron pruebas *t* para muestras independientes con corrección de Welch, ya que las pruebas de homocedasticidad de Levene indicaron varianzas desiguales en los cuatro contrastes (bilaterales, $\alpha = 0,05$). Se ha comparado al grupo experimental (taller práctico con robots) y al grupo control (formación teórica) en las puntuaciones totales de la escala de actitudes y en las puntuaciones de cada uno de los bloques temáticos.

Los contrastes mostraron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todas las comparaciones: total, $t(104,45) = -8,15$, $p < 0,001$, $d = 1,38$; bloque 1, $t(94,16) = -3,79$, $p < 0,001$, $d = 0,66$; bloque 2, $t(103,79) = -8,31$, $p < 0,001$, $d = 1,41$, y bloque 3, $t(87,42) = -7,23$, $p < 0,001$, $d = 1,28$. En todos los casos, las medias del grupo experimental fueron superiores a las del grupo control (tablas 5 y 6). Estos resultados apoyan la hipótesis 1, al evidenciar que el uso de enfoques prácticos y creativos de programación y robótica se asocia con actitudes más positivas hacia la enseñanza mediante codificación y con una mayor percepción de su potencial educativo.

Tabla 5. Contraste de muestras independientes comparando el grupo control y experimental

	Estadístico (T de Welch)	gl	p	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Tamaño del efecto (d de Cohen)
Total	-8,15	104,45	<0,001	-10,88	1,33	-1,38
Bloque temático 1	-3,79	94,16	<0,001	-1,63	0,43	-0,66
Bloque temático 2	-8,31	103,79	<0,001	-4,11	0,49	-1,41
Bloque temático 3	-7,23	87,42	<0,001	-5,14	0,71	-1,28

Fuente: elaboración propia (2026)

Tabla 6. Descriptivas según grupo

	Grupo	N	Media	Mediana	DE	EE
Total	control	39	53,51	53,00	6,09	0,97
	experimental	105	64,39	63,00	9,35	0,91
Bloque temático 1	control	39	13,44	13,00	2,05	0,33
	experimental	105	15,07	15,00	2,84	0,28
Bloque temático 2	control	39	15,21	15,00	2,26	0,36
	experimental	105	19,31	20,00	3,45	0,34
Bloque temático 3	control	39	24,87	25,00	3,49	0,56
	experimental	105	30,01	30,00	4,51	0,44

Fuente: elaboración propia (2026)

Hipótesis 2. Se encuentran diferencias significativas entre los y las futuros docentes de Educación Primaria en relación con las diferencias por género en las actitudes sobre el uso del PC y la RE Para analizar esta hipótesis, se realizaron pruebas t para muestras independientes con el objetivo de examinar posibles diferencias en las actitudes hacia la programación y la robótica en función del género (femenino, $n = 125$; masculino, $n = 19$). Las pruebas de homogeneidad de varianzas de Levene no fueron significativas en la mayoría de las comparaciones, excepto en el bloque 1 ($p = 0,021$), donde se empleó la corrección de Welch.

Las diferencias entre hombres y mujeres no resultaron estadísticamente significativas: total, $t(142) = 0,56$, $p = 0,576$; bloque 1 (Welch), $t(30,66) = 0,57$, $p = 0,574$; bloque 2, $t(142) = 0,53$, $p = 0,600$; bloque 3, $t(142) = 0,50$, $p = 0,620$. En consecuencia, los datos no respaldan la hipótesis 2, dado que no se encontraron diferencias significativas por género en las actitudes hacia la programación y la robótica en ninguno de los bloques temáticos analizados ni en la puntuación total de la escala (tabla 7 y 8).

Tabla 7. Prueba T de muestras independientes comparando hombres y mujeres

	Estadístico	gl	p	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Tamaño del efecto
Total	0,56	142,00	0.576	1,36	2,43	0,14
Bloque temático 1	0,57	142,00	0.574	0,30	0,52	0,14
Bloque temático 2	0,53	142,00	0.600	0,47	0,90	0,13
Bloque temático 3	0.50	142,00	0.620	0,59	1,19	0,12

Fuente: elaboración propia (2026)

Tabla 8. Descriptivas según género

	Grupo	N	Media	Mediana	DE	EE
Total	Femenino	125	61,62	61,00	10,18	0,91
	Masculino	19	60,26	59,00	7,36	1,69
Bloque temático 1	Femenino	125	14,66	15,00	2,83	1,25
	Masculino	19	14,37	14,00	1,98	1,45
Bloque temático 2	Femenino	125	18,26	18,00	3,73	0,33
	Masculino	19	17,79	17,00	3,19	0,73
Bloque temático 3	Femenino	125	28,70	28,00	4,93	0,44
	Masculino	19	28,11	28,00	4,08	0,94

Fuente: elaboración propia (2026)

3. Discusión

Nuestros resultados van en la dirección de lo planteado por Palop et al. (2025), ya que proponen un marco holístico de PC que va más allá de la codificación o algoritmos y aborda implicaciones para educación K-12, útil para la formación de profesorado de Primaria al ofrecer una visión ampliada de qué constituye PC y cómo formarlo.

Las competencias digitales docentes, según el Marco Europeo DigCompEdu (European Commission, 2017), comprenden la capacidad de usar la tecnología para enseñar, aprender y evaluar de manera efectiva. En este contexto, el uso del PC contribuye a desarrollar la competencia innovación y creatividad digital, imprescindible en los planes de formación del profesorado.

El futuro profesorado ha de alcanzar la capacidad de utilizar tecnologías, pero también de diseñar experiencias de aprendizaje mediadas por ellas. Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2020) destacan que la competencia digital docente implica una integración crítica, ética y creativa de la tecnología orientada a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el PC y la RE no son fines en sí mismos, sino medios para desarrollar la competencia digital integral del profesorado.

Desde la perspectiva del aprendizaje situado, formar a los y las docentes en estas tecnologías no solo aumenta su confianza y motivación, sino que les proporciona experiencias prácticas que pueden transferir a su futuro contexto escolar (García-Peñalvo y Reimann, 2019). La formación basada en la experimentación con robots, sensores o lenguajes de programación visual (como Scratch o mBlock) permite vivenciar la enseñanza de las ciencias desde un enfoque interdisciplinar y colaborativo.

La integración del PC y la RE en la formación inicial de maestros y maestras responde a los objetivos de la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), especialmente el ODS 4 (educación de calidad) y el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura). Promover una educación tecnológica inclusiva y equitativa implica preparar al profesorado para liderar el cambio educativo mediante la innovación y la digitalización.

Las investigaciones recientes relacionadas con programas formativos con futuros maestros y maestras o mediciones vinculadas a los mismos nos muestran que, por ejemplo, la revisión sistemática subraya la necesidad de programas de formación docente que integren PC de modo estructurado combinando teoría, práctica y reflexión en la formación inicial del profesorado de Primaria.

Román y Arrifano (2025) compararon las percepciones del estudiantado universitario en España y Portugal con el objetivo de identificar el impacto de la robótica en la formación docente. Se empleó un enfoque cuantitativo y descriptivo utilizando un cuestionario de 42 ítems aplicado a 193 estudiantes de ambas naciones. Se analizaron las percepciones sobre el conocimiento de la robótica, la interacción con ella y su impacto en la motivación y aprendizaje. Los datos se procesaron con *software* informático especializado. El alumnado de ambos países mostró una actitud positiva hacia la RE, al igual que propusimos en nuestra H1. Las puntuaciones medias fueron altas en áreas como la motivación y la disposición para implementar robótica en sus prácticas docentes, aunque se identificó un bajo conocimiento en herramientas específicas como Arduino y Scratch. Los resultados reflejan que la RE es vista como una herramienta efectiva para fomentar habilidades críticas como el pensamiento crítico y el autoaprendizaje. Sin embargo, es necesario mejorar la formación en tecnologías específicas. La robótica educativa es percibida como beneficiosa tanto en España como en Portugal, especialmente en términos de motivación y metodología pedagógica. No obstante, se requiere una mayor familiarización con las herramientas tecnológicas para maximizar su impacto educativo.

Sin embargo, la H2 que postulaba la existencia de diferencias significativas en relación con el género en cuanto a las actitudes sobre el uso del PC y la RE no recibió apoyo empírico, ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre mujeres y hombres en ninguna de las comparaciones realizadas.

4. Conclusiones

En conjunto, estos resultados apoyan la hipótesis que planteaba que el uso creativo de la codificación, a través de enfoques como la robótica, los videojuegos o el aprendizaje automático, puede favorecer procesos de enseñanza-aprendizaje que potencien el rendimiento académico y el desarrollo cognitivo y emocional, dado que el grupo experimental mostró actitudes significativamente más favorables en comparación con el grupo control.

Sin embargo, la hipótesis que postulaba la existencia de diferencias significativas en relación con el género en el rendimiento académico y en las actitudes hacia la codificación en la enseñanza Primaria no recibió apoyo empírico, ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre mujeres y hombres en ninguna de las comparaciones realizadas.

Referencias

- Barr, V. y Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bers, M. U. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom* (2nd ed.). Routledge.
- Brennan, K. y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. En *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-25).
- Cabero-Almenara, J. y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Marco europeo de competencia digital docente DigCompEdu y cuestionario DigCompEdu Check-In. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (73), 1-17.
- Chiang, F. K., Tang, Z., Zhu, D. y Bao, X. (2023). Gender disparity in STEM education: a survey research on girl participants in World Robot Olympiad. *International Journal of Technology and Design Education*, 34, 629-646. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>

- De la Hoz Serrano, A., Melo Niño, L. V., Álvarez Murillo, A., Martín Tardío, M. Á., Cañada Cañada, F. y Cubero Juárez, J. (2024). Analysis of Gender Issues in Computational Thinking Approach in Science and Mathematics Learning in Higher Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 14(11), 2865-2882. <https://doi.org/10.3390/ejihpe14110188>
- Eguchi, A. (2017). Robotics as a learning tool for educational transformation. En M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner y R. Balogh (Eds.), *Robotics in education* (pp. 27-44). Springer.
- European Commission (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- García-Peñalvo, F.J. and Cruz-Benito, J. (2016). Computational thinking in pre-university education. In Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '16). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 13–17. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012490>
- Graván, P. y Tadeu, A. (2025). Robotics in university teacher training: A comparative analysis of perceptions between Spain and Portugal. *IJRI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 23. <https://doi.org/10.46661/ijeri.11021>
- Grover, S. y Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. En S. Sentance, E. Barendsen y N. Schulte (Eds.), *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school* (pp. 19-38). Bloomsbury Academic.
- Hamed, A. S. A., Wong, S. L., Khambari, M. N. M., Rahim, N. A. A., Khalid, F. y Moses, P. (2025). A bibliometric analysis of computational thinking skills: definition, components and assessment tools. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20, 035. <https://doi.org/10.58459/rptel.2025.20035>
- INTEF (2022). *Marco de competencia digital docente 3.0*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. [MRCDD_V06B_GTTA.pdf](#)
- Ji, W. y Wong, W. -Y. (2025). Integrating problem-based learning and computational thinking: Cultivating creative thinking in primary education. *Frontiers in Education*, 10, article 1625105. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1625105>

- Lachney, M., Jee, H., Lapentina, A., Hill, R., Kuyenga, M. A. y Yadav, A. (2025). *K-12 computer science teachers' attitudes toward a foundational assumption of ethnocomputing*. SIGCSE TS 2025 Papers. sigcse2025.sigcse.org
- Lin, S. y Wong, G. K. W. (2024). Gender Differences in Computational Thinking Skills among Primary and Secondary School Students: A Systematic Review. *Education Sciences*, 14(7), 790. <https://doi.org/10.3390/educsci14070790>
- Martín-Ramos, P. y Díaz, J. (2020). Robótica educativa y pensamiento computacional: una propuesta interdisciplinar en educación primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 19(1), 89-104.
- Mora, Y., Soler, R. y Martínez, R. L. (2025). Strategy of Overcoming for Educational Robotics Training for Teachers of Computing. *American Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(1), 1-7 <https://doi.org/10.11648/j.ajece.20250802.16>
- Moreno-León, J. y Robles, G. (2016). Examining the relationship between computational thinking and creativity. En *Proceedings of the 2016 International Conference on Computational Thinking Education* (pp. 57-60).
- Palop, B., Díaz, I., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Santaengracia, J. J. (2025). Redefining computational thinking: A holistic framework and its implications for K-12 education. *Education and Information Technologies*, 30, 13385-13410. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13297-4>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Pengsuwan, P. (2025). Programming and computational thinking in technology education: Swedish and international perspectives. *Journal of Technology Education*, 36(2), 138-145. <https://doi.org/10.21061/jte.v36i2.a.7>
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. Basic Books.
- Rodrigues, R. N., Costa, C., Gonçalves, S. y Martins, F. (2025). Evaluating pre-service primary school teachers' scientific knowledge on computational thinking. *Educational Process: International Journal*, 18(1), article e2025477.
- Rodríguez, I. y Puig, A. (2025). Leveraging metaphors in a VR serious game for computational thinking. *Pre-print. arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2504.10082>

- Román-González, M., Pérez-González, J. C. y Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Román-Graván, P., y Arriano-Tadeu, P.-J. (2025). Robotics in university teacher training: A comparative analysis of perceptions between Spain and Portugal. *IJERI: International journal of Educational Research and Innovation*, (23), 1-24. <https://doi.org/10.46661/ijeri.11021>
- Romero, M. y Pérez, A. (2021). Robótica y pensamiento computacional en la formación docente: Retos y oportunidades. *Revista de Tecnología Educativa*, 15(2), 75-90.
- UNESCO (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*.
- Van Wassenhaer, N., Tolboom, J. y van Beekun, O. (2023). The Effect of Robotics Education on Gender Differences in STEM Attitudes among Dutch 7th and 8th Grade Students. *Education Sciences*, 13(2), 139. <https://doi.org/10.3390/educsci13020139>
- Villalustre, L. y Cueli, M. (2023). Assessing the Computational Thinking of Pre-Service Teachers: A Gender and Robotics Programming Experience Analysis. *Education Sciences*, 13(10), 1032. <https://doi.org/10.3390/educsci13101032>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? *The Link Magazine*, 6(1), 20-23.
- Wong Mee Mee, R., Che Yob, F. S., Pek, L. S., Abd Rauf, M. F., Mingmei, Y. y Derahvasht, A. (2025). Building digital thinkers: A bibliometric analysis of computational thinking in children's education for a sustainable future. *Contemporary Educational Technology*, 17(3), ep581. <https://doi.org/10.30935/cedtech/16309>
- Zhang, K., Li, G., Li, J., Zhang, H., Xu, J., Zhu, H., Wang, L., Li, J., Dong, Y., Mai, J. y Gu, B. (2025). Computational thinking reasoning in large language models. *Pre-print. arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2506.02658>

Innovar desde la infancia: espacios, materiales y experiencias del aula del futuro en Educación Infantil

MAYCA VILLÉN DE ARRIBAS

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

1. La infancia en la era digital: nuevos contextos y retos educativos

1.1. Entornos digitales en la infancia

Hoy en día, los niños y niñas viven inmersos en una sociedad marcada por el desarrollo tecnológico y digital. La presencia de dispositivos electrónicos que disponen de esta tecnología y, también, de inteligencia artificial en su vida cotidiana, se hace latente en su ocio, en sus hábitos diarios y en su relación con el entorno, con ejemplos como cuando encuentran recomendaciones audiovisuales basadas en su historial de búsqueda, utilizan asistentes de voz para solicitar mandatos y realizan acciones. Esto ocurre también en los juguetes que utilizan, ya que tienen características inteligentes con las que mostrar diferentes opciones de juego.

A su vez, los centros educativos contemplan nuevos retos que alcanzar debido a este avance tecnológico y digital, enfocando este desarrollo en un cambio de paradigma que implique la oportunidad de avanzar desde el punto de consumidores de dicha tecnología y de esta inteligencia artificial, al punto de creadores a través de los medios disponibles.

De esta forma, nos encontramos con un enfoque educativo relacionado con la llamada alfabetización digital, que constituye un punto de inicio dentro de no solo el uso de la tecnología, sino también del desarrollo de competencias que les permitan alcanzar habilidades relacionadas con la comprensión, interpretación y creación de contenidos desde un punto de vista crítico y creativo. Por tanto, la alfabetización digital se contempla como una competencia clave donde poder fomentar procesos como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y la creación de algoritmos, todos ellos adaptados a las características evolutivas de la etapa infantil (Wing, 2006; Zapata-Ros, 2015).

La alfabetización digital es, por tanto, un elemento esencial que empieza a tomar especial relevancia en los currículos de Educación Infantil, tomando en consideración aspectos relacionados como el desarrollo del pensamiento computacional y la robótica educativa desde edades tempranas. Es por ello que comenzaremos este capítulo analizando estos componentes fundamentales dentro del ámbito educativo.

1.2. Pensamiento computacional en Educación Infantil

Como se ha comentado, en los últimos años, el desarrollo de una sociedad cada vez más marcada por el desarrollo tecnológico y digital implica la necesidad de incluir nuevos términos relacionados con el pensamiento computacional y su aplicación en el aula.

Sin embargo, la incorporación de situaciones de aprendizaje que conlleven el desarrollo del pensamiento computacional en los alumnos/as no solo se explica desde esta tendencia metodológica innovadora, sino que viene justificada desde la normativa actual. En Educación Infantil, el Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, constituye el principal referente legislativo que respalda la integración de prácticas relacionadas con el pensamiento computacional en las aulas de Educación Infantil.

Este real decreto define la Educación Infantil como una etapa con identidad propia orientada al desarrollo integral del alumnado desde el nacimiento hasta los seis años, estableciendo objetivos, competencias clave, criterios de evaluación y saberes básicos que deben iniciarse desde los primeros años de escolarización (Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero). Dentro de este desarrollo integral del niño se contemplan habilidades cognitivas relacionadas con el pensamiento computacional, como son la resolución de problemas, la lógica, la organización de la información en pasos o la toma de decisiones.

Así mismo, el currículo educativo de esta etapa propone como área o ámbito de experiencia más relacionado con el pensamiento computacional el área Descubrimiento y exploración del entorno, desde el que se propone desarrollar en los alumnos/as capacidades como la observación, la exploración o el análisis de la realidad; aspectos relacionados a su vez con el pensamiento computacional. Además, en esta área se incluye la mención concreta a la iniciación a la robótica para favorecer el desarrollo de competencias clave y, en concreto, con la competencia digital, que hace especial mención al uso de herramientas digitales como las que se incluyen dentro de esta robótica educativa para investigar, crear contenidos, resolver problemas y comunicarse, buscando además sentar las bases para un uso crítico y consciente en etapas posteriores.

La robótica educativa, por tanto, supone un enfoque pedagógico que utiliza robots como herramientas para enseñar conceptos fundamentales de diversas áreas del conocimiento, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM) (Hernández et al., 2024). En lugar de enseñar estos contenidos de manera teórica o abstracta, permite a los alumnos/as interactuar directamente con las herramientas tecnológicas, favoreciendo así un aprendizaje dinámico, práctico y significativo. De hecho, la normativa también destaca la importancia de diseñar situaciones de aprendizaje significativas en las que el alumnado sea protagonista de su propio proceso de aprendizaje encajando con los planteamientos propuestos para el trabajo del pensamiento computacional.

Además, estas experiencias de aprendizaje con robótica educativa no solo potencian habilidades cognitivas, sino también sociales, como el trabajo cooperativo, la comunicación y la toma de decisiones en grupo.

1.3. Robótica educativa en Educación Infantil

La robótica educativa no debe entenderse únicamente como el uso de dispositivos tecnológicos, sino como un enfoque pedagógico que promueve el aprendizaje activo a través de la manipulación, la experimentación y el juego (Villén de Arribas, 2025). Este planteamiento se alinea con las metodologías activas y con enfoques como el constructivismo, donde el alumnado construye su conocimiento a partir de la interacción con el entorno. En este marco, la robótica educativa se plantea como una herramienta fundamental con la que poder desarrollar el pensamiento computacional y, por tanto, trabajar la capacidad de descomponer problemas, identificar patrones, establecer secuencias y generar soluciones de manera lógica y creativa (Wing, 2006; Bers, 2018).

Diversos estudios respaldan la introducción temprana de la robótica en el aula. Investigaciones como las de Alonso-García et al. (2024) evidencian su impacto positivo en el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil, mientras que autores como Sáez-López et al. (2016) destacan su contribución al desarrollo de la metacognición, la autonomía y el trabajo colaborativo. Asimismo, García-Valcárcel y Caballero-González (2019) subrayan su potencial en el desarrollo de competencias STEM, consolidando su valor dentro del currículo educativo.

Siguiendo esta línea de trabajo, la robótica educativa pone en relieve la importancia de adaptar estas herramientas a las características evolutivas del alumnado. En Educación Infantil, el aprendizaje se produce principalmente a través del juego y la manipulación, por lo que el uso de robots programables como Bee-Bot, Blue-Bot, mTiny o Matatalab permite introducir conceptos complejos de forma accesible. Estas herramientas facilitan la comprensión de conceptos como la secuenciación, la lógi-

ca o la relación causa-efecto, permitiendo al alumnado experimentar de manera directa las consecuencias de sus acciones (Villén de Arribas, 2025).

Otros autores apoyan que la robótica educativa en Educación Infantil favorece el desarrollo del pensamiento computacional a través de actividades lúdicas y manipulativas. De esta forma, el alumnado aprende experimentando, tomando decisiones y ajustando sus acciones (Alonso-García et al., 2024; García-Valcárcel y Caballero-González, 2019).

Velázquez-Iturbide y Martín-Lope (2021) destacan que el pensamiento computacional no debe limitarse al aprendizaje de la programación, sino que debe entenderse como una competencia transversal que puede desarrollarse desde Educación Infantil mediante actividades adaptadas favoreciendo habilidades cognitivas aplicables a múltiples contextos educativos. En esta línea de estudio surgen iniciativas metodológicas como el aula del futuro (AdF), que se presenta como un entorno excelente con el que poder integrar espacios, metodologías activas y recursos que permiten trabajar estas habilidades de forma globalizada a través de la exploración, la experimentación y la resolución de problemas en contextos significativos.

2. Experiencias prácticas del aula del futuro para trabajar la robótica y el pensamiento computacional en Educación Infantil

2.1. El aula del futuro como un espacio compartido

En este contexto educativo surge el concepto de aula del futuro (AdF) como un modelo pedagógico donde integrar, por una parte, un espacio flexible con múltiples posibilidades de distribución y ordenación y, por otra, el uso de metodologías activas junto con recursos tecnológicos buscando favorecer en los alumnos y alumnas aprendizajes más competenciales. Por tanto, esta propuesta de aula, desde su propuesta europea, comenzó plan-

teando una organización del aula en diferentes zonas, cada una con un nombre, con el fin de identificar las posibilidades de ese espacio como, por ejemplo, zona investiga, zona crea, zona interactiva, zona desarrolla, zona presenta (INTEF, 2022).

Por otro lado, los materiales que se presentan para ser utilizados en esta aula son materiales variados, accesibles y estimulantes, tanto recursos analógicos como recursos digitales. De esta forma, se pueden combinar bloques de construcción, materiales sensoriales o elementos naturales con otros como *tablets*, paneles interactivos o dispositivos de robótica con el fin de programar situaciones de aprendizaje con una intencionalidad pedagógica. No consiste en sustituir la experiencia manipulativa, sino de combinar junto con el uso significativo de la tecnología con el fin de enriquecer las experiencias de aprendizaje que se lleven a cabo en el aula.

Respecto a estas experiencias de aprendizaje, se deben diseñar desde un enfoque metodológico globalizado y basado en el juego, con actividades que promuevan la curiosidad, la observación y la exploración y la creatividad. En la actualidad, propuestas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el planteamiento de retos o de misiones a las que el alumno/a debe darles respuesta o solución implican situar al alumnado como protagonista de su aprendizaje, donde el maestro/a contempla un papel de guía dentro de este proceso.

Por tanto, la idea principal que pretende transmitir este concepto de aula del futuro (AdF) supone repensar las prácticas pedagógicas desde un enfoque que contemple recursos tecnológicos, pero también espacios y materiales que promuevan la inclusión educativa desde el respeto por los diferentes tiempos y ritmos de cada alumno/a.

Con esta premisa, en el centro escolar del que vamos a hablar, el claustro de profesores decidió iniciarse en el proyecto aula del futuro y, más tarde, en el proyecto de innovación impulsado por la Administración educativa, donde se pretende formar a los docentes, dotar de materiales y evaluar los proyectos incluidos en estas convocatorias con el fin de avanzar en la innovación educativa de los centros de la región.

En el curso 2024-2025 se comenzaron a llevar a cabo situaciones de aprendizaje dentro del aula del futuro del centro planteando una metodología dentro de este espacio fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos (ABP) que suponga un reto al que darle solución.

Desde el plano pedagógico, estas aportaciones relacionadas con el aula del futuro implican la puesta en marcha de tareas relacionadas con el aprendizaje cooperativo partiendo de la resolución de retos y desafíos, situaciones a las que es necesario darles una respuesta o solución y que, por tanto, suponen un aumento de la motivación y del interés por participar e implicarse en este tipo de proyectos. El planteamiento basado en estas situaciones de aprendizaje, a su vez, pretende trabajar desde un posicionamiento que favorezca el pensamiento crítico.

En esta línea, las aulas del futuro se configuran como espacios de innovación metodológica que transforman la práctica educativa al integrar de manera coherente los espacios, la tecnología y las metodologías activas favoreciendo un aprendizaje centrado en el alumnado, más participativo, colaborativo y orientado a la creación de contenidos digitales.

Desde el ámbito de la investigación, diferentes revisiones sistemáticas destacan el potencial motivador del aula del futuro, aunque señalan la necesidad de contar con más evidencias empíricas que permitan valorar su impacto a medio y largo plazo (Dúo-Terrón, 2024). En esta misma línea, estudios recientes como el análisis bibliométrico de Fernández-Pacheco García (2024) ponen de manifiesto el aumento de publicaciones sobre esta temática, lo que evidencia su consolidación como línea de investigación y como propuesta de innovación educativa. En conjunto, el aula del futuro se configura como un modelo que integra de manera coherente el espacio, la tecnología y la metodología y que, apoyado en enfoques activos y en la formación del profesorado, ofrece un contexto adecuado para el desarrollo de competencias clave, la creatividad y la ciudadanía digital en las etapas de Educación Infantil y Primaria.

2.2. Aula del futuro propia infantil

En el curso 2025-2026 se ha continuado con las directrices propuestas por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) respecto al modelo del *Future Classroom Lab* o aula del futuro (AdF), consolidando un espacio donde llevar a cabo estas experiencias. En un primer momento de esta fase de implementación, el modelo se concebía como un espacio único, diferenciado del resto de aulas, en el que se desarrollaban experiencias innovadoras apoyadas en metodologías activas y recursos tecnológicos. Sin embargo, con el paso del tiempo, la reflexión sobre las prácticas educativas ha puesto en evidencia las particularidades y necesidades de cada centro, proyectando unos espacios que no tienen que cumplir incondicionalmente con esta estructura del AdF y buscando, de esta forma, avanzar hacia un enfoque más flexible, inclusivo y contextualizado.

De este modo, se ha producido una transformación conceptual que apuesta por la descentralización del aula del futuro, entendiendo que la innovación educativa no debe limitarse a un espacio concreto, sino que ha de impregnar progresivamente todos los entornos del centro. Esta evolución responde a la necesidad de adaptar las propuestas metodológicas a las particularidades de cada etapa educativa, a las características del alumnado y a las condiciones reales de los espacios disponibles. En consecuencia, el modelo deja de concebirse como una estructura rígida basada en zonas estandarizadas para convertirse en un marco de referencia flexible que orienta la práctica docente sin imponerla.

En este contexto, la dotación de recursos por parte de la Administración educativa ha desempeñado un papel clave en la ampliación de las posibilidades pedagógicas del centro. Gracias a los recursos relacionados con la locución de sonido, como dispositivos de radio, se ha creado un espacio nuevo, fuera del AdF, donde llevar a cabo esos programas de radio que, a su vez, facilita que varios grupos del centro estén realizando tareas relacionadas con AdF al mismo tiempo.

La creación de este espacio no solo ha diversificado las experiencias de aprendizaje, sino que también ha favorecido la simultaneidad de actividades innovadoras en el centro. De este modo, distintos grupos pueden participar en propuestas vinculadas al modelo AdF de manera paralela, evitando la limitación que suponía disponer de un único espacio. Además, el trabajo en radio escolar se ha revelado como una herramienta altamente motivadora que fomenta el desarrollo de la competencia lingüística, la expresión oral, la creatividad, el trabajo en equipo y la competencia digital, integrando aprendizajes de forma transversal.

Por otro lado, la implementación del aula del futuro en el segundo ciclo de Educación Infantil ha puesto de manifiesto la importancia de tener en cuenta las características evolutivas del alumnado de estas edades. Los niños y niñas de entre 3 y 6 años presentan necesidades específicas relacionadas con el movimiento, la autonomía progresiva, la seguridad emocional y la gestión del tiempo. En este sentido, se ha considerado fundamental que el espacio del AdF destinado a esta etapa se sitúe próximo a sus aulas de referencia, facilitando así el acceso y reduciendo los tiempos de desplazamiento.

Esta decisión organizativa permite optimizar el tiempo efectivo de aprendizaje, evitando interrupciones prolongadas y favoreciendo la continuidad de las actividades. Asimismo, contribuye a generar un entorno más familiar y accesible para el alumnado, lo que repercute positivamente en su implicación y participación. La cercanía del espacio también facilita la integración de las propuestas del aula del futuro dentro de la rutina diaria del aula, evitando que se perciban como actividades aisladas o excepcionales.

Distribución del espacio

Con el objetivo de diseñar un entorno que responda a las directrices del INTEF, pero adaptado a las necesidades específicas del centro y del alumnado de Educación Infantil, se ha llevado a cabo una reorganización de los espacios basada en la creación de distintas zonas de aprendizaje. Estas zonas no deben entenderse

como zonas fijas, sino como áreas flexibles que favorecen diferentes tipos de interacción, exploración y presentación del conocimiento.

En este sentido, se ha optado por una reducción del número de zonas, pasando de las seis habituales en el aula del futuro a un total de cinco. Esta decisión responde a la necesidad de optimizar el espacio disponible, evitar la fragmentación excesiva del aula y facilitar la comprensión e interiorización de cada zona por parte del alumnado. Además, esta simplificación permite establecer una conexión más clara entre las zonas y los procesos propios del método científico y del pensamiento computacional adaptados a la etapa infantil.

Las zonas establecidas son las siguientes:

- **Zona presenta**

Este espacio está destinado a la comunicación de ideas, la exposición de proyectos y la expresión oral. En él, los niños y niñas tienen la oportunidad de compartir sus aprendizajes con el grupo, explicar sus procesos y desarrollar habilidades comunicativas desde edades tempranas. Puede incluir elementos como una pizarra digital o paneles donde mostrar producciones y un espacio donde poder sentarse en varias alturas, en forma de gradas, con las que poder visualizar desde todos los puntos de este espacio.

- **Zona interactúa**

En esta zona se promueve la interacción con recursos digitales e interactivos, como tabletas o aplicaciones educativas. El objetivo es favorecer un uso activo y significativo de la tecnología, evitando un enfoque pasivo. Aquí se desarrollan habilidades relacionadas con la alfabetización digital, la exploración guiada y el aprendizaje autónomo.

- **Zona investiga**

Se trata de un espacio orientado a la curiosidad, la observación y la experimentación. Incluye materiales manipulativos, libros y cuentos, elementos naturales, recipientes y otros recursos que invitan al alumnado a formular preguntas, hacer hipótesis y descubrir el entorno. Esta zona está estrechamente

vinculada con el desarrollo del pensamiento científico desde edades tempranas.

- **Zona desarrolla**

En esta área se llevan a cabo actividades relacionadas con la resolución de problemas, la lógica y el pensamiento computacional. Puede incluir juegos de construcción, secuencias, robótica educativa básica o propuestas de retos adaptados. El alumnado pone en práctica estrategias, prueba soluciones y aprende a partir del error.

- **Zona crea**

Este espacio está dedicado a la creatividad y la producción, tanto artística como digital. En él se integran materiales diversos como papel, pinturas, plastilina, así como herramientas digitales para la creación de contenidos. La finalidad es que los niños y niñas puedan expresar sus ideas de múltiples formas y desarrollen su imaginación y pensamiento divergente.

En conjunto, esta organización del espacio permite articular experiencias de aprendizaje más ricas, dinámicas y significativas en las que el alumnado asume un papel activo en la construcción de su conocimiento. La adaptación del modelo aula del futuro a la etapa de Educación Infantil no solo implica una reorganización física del aula, sino también un cambio en la mirada pedagógica, donde la flexibilidad, la accesibilidad y la intencionalidad educativa se convierten en elementos clave para una innovación real y sostenible.

2.3. Prospectiva

Las metodologías activas se proponen como formas de enseñanza y aprendizaje que deben tener en cuenta, por una parte, la individualidad de los aprendizajes y, por otra, las particularidades de cada centro: la disposición de sus aulas, sus posibilidades de acceso, los recursos con los que cuentan...

La idea principal de este trabajo es que cada vez más se vaya acercando este espacio a las aulas de Educación Infantil, creando espacios que sean aulas del futuro y del presente, donde se pon-

ga en valor el trabajo con metodologías activas para llevar a cabo situaciones de aprendizaje contextualizadas y cercanas al alumnado. Por tanto, el proceso científico de los aprendizajes en esta etapa de Educación Infantil debe estar presente y dotar a las aulas con estos materiales y recursos con el fin de que la metodología ordinaria de trabajo sea esta en su globalidad y en todas las áreas de conocimiento que se proponen en los centros de Educación Infantil y Primaria.

Desde un aspecto formativo, el rol del docente debe contemplarse como diseñador de experiencias y guía dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de contemplar tareas en las que los alumnos y alumnas sean cada vez más autónomos en la planificación, puesta en práctica y resolución de las situaciones de aprendizaje que se plantean y, en un futuro, en los retos a los que la sociedad del siglo XXI les enfrentará respecto a los cambios y avances que se producen a diario.

3. Conclusiones

Estas iniciativas promueven aprendizajes significativos en Educación Infantil mediante metodologías activas y participativas orientadas al desarrollo integral del alumnado. Propuestas como la robótica educativa, el pensamiento computacional y el aula del futuro sitúan a los niños y niñas como protagonistas de su aprendizaje favoreciendo experiencias motivadoras, adaptadas y coherentes con sus características evolutivas.

Estas metodologías impulsan habilidades cognitivas como la lógica, la resolución de problemas y el análisis, al tiempo que fortalecen competencias sociales y emocionales, entre ellas, el trabajo en equipo, la comunicación y la autonomía. Su carácter lúdico y experimental se ajusta al modo natural de aprender en la infancia, basado en el juego, la exploración y la manipulación del entorno.

Asimismo, contribuyen al desarrollo de competencias clave y a la reducción temprana de la brecha digital al ofrecer oportunidades equitativas para comprender y utilizar la tecnología de forma crí-

ca, creativa y responsable. Por ello, resulta esencial impulsar su incorporación mediante formación docente continua como respuesta de calidad ante los retos de una sociedad en transformación.

Referencias

- Alonso-García, S., Rodríguez Fuentes, A.V., Ramos Navas-Parejo, M. y Victoria-Maldonado, J.J. (2024) Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis. *Heliyon*, 10(13), e33249. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33249>
- Bers, M. U. (2017). *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- CAST (2018). *Universal Design for Learning guidelines version 3.0*. <http://udlguidelines.cast.org>
- Dúo-Terrón, M. (2025). Exploring STEAM disciplines with robotics in the Future Classroom Lab in Primary Education. *Digital Education Review*, 47, 141-153. <https://doi.org/10.1344/der.2025.47.141-153>
- Fernández-Pacheco García, A. (2024). Análisis bibliométrico sobre las aulas del futuro en educación. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-487>
- García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A. y Caballero-González, Y. -A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, 27(59), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- Hernández-Álvarez, W., Vega-Santofimio, H. D., Cuéllar-Guarnizo, J. A. y Gutiérrez-Cárdenas, M. A. (2024). Tecnología para el aprendizaje: una reflexión desde la robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Praxis*, 20(3), 18. <https://doi.org/10.21676/23897856.5864>
- INTEF (2022). *Aula del Futuro: Guía práctica*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- ISTE y CSTA (2011). *Operational definition of computational thinking for K-12 Education*. Recuperado de https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B y Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Sáez-López, J. M., Román-González, M. y Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school. *Computers & Education*, 97, 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Velázquez-Iturbide, J. Á. y Martín-Lope, M. (2021). Análisis del “pensamiento computacional” desde una perspectiva educativa. *Revista de Educación a Distancia*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.484811>
- Villén de Arribas, M. (2025) Iniciación a la robótica educativa en edades tempranas. En J. M. Sáez López y F. Martins Baptista Lã (Coords.), *Codificación, robótica educativa y tecnologías emergentes en la enseñanza elemental*. Dykinson. <https://doi.org/10.14679/4204>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (46). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/240321>

Conociendo la inteligencia artificial a través de la placa micro:bit en Educación Primaria

SEBASTIÁN DE LARA GARCÍA-CERVIGÓN

Maestro en Junta de Comunidades de Castilla la Mancha

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) forma parte de la vida cotidiana, pero en muchas aulas de Educación Primaria todavía se percibe como algo lejano o reservado a especialistas. Esta distancia debe superarse, porque el alumnado ya interactúa con sistemas inteligentes y necesita aprender no solo a utilizarlos, sino también a comprenderlos críticamente.

Este capítulo plantea una introducción accesible, práctica y fundamentada a la IA en Primaria mediante un recurso asequible y presente en numerosos centros: la placa micro:bit y su plataforma educativa CreateAI. Las propuestas recogidas no exigen que el profesorado sea experto en programación o inteligencia artificial; requieren, sobre todo, disposición para explorar con el alumnado y compromiso con una alfabetización digital significativa.

La micro:bit, creada originalmente por la BBC, se ha consolidado como una herramienta de referencia en educación tecnológica por su sencillez, bajo coste y versatilidad. La incorporación de CreateAI, impulsada por la Fundación Micro:bit en 2023, permite además entrenar modelos básicos de IA de forma visual e intuitiva, sin escribir código textual.

El capítulo presenta las características de la micro:bit, el funcionamiento de CreateAI, su valor para la alfabetización en IA y ejemplos prácticos basados en programación por bloques para su aplicación didáctica.

2. La placa micro:bit. ¿Qué es y para qué sirve?

Antes de hablar de inteligencia artificial, presentemos la herramienta protagonista de este capítulo. La micro:bit es una pequeña placa programable del tamaño aproximado de una tarjeta de crédito (4 cm × 5 cm) diseñada específicamente con fines educativos. Fue lanzada en 2016 por la BBC en el marco del proyecto «Make it Digital», cuyo objetivo era acercar la programación y la electrónica a los estudiantes del Reino Unido. Desde entonces, más de seis millones de dispositivos se han distribuido en más de sesenta países, convirtiéndose en uno de los recursos didácticos tecnológicos más extendidos del mundo.

Para un maestro o maestra que la ve por primera vez, la micro:bit puede recordar a un juguete pequeño y colorido. Sin embargo, bajo su apariencia sencilla esconde una capacidad computacional más que suficiente para llevar a cabo proyectos educativos ricos y significativos. Lo más importante es que la micro:bit está pensada para aprender haciendo (como ya postuló S. Papert): el alumnado no solo programa la placa desde un ordenador o *tablet*, sino que puede interactuar físicamente con ella, observar los resultados de su código en tiempo real y conectarla al mundo físico a través de sus sensores y actuadores.

2.1. Características técnicas de la micro:bit v2

Actualmente contamos con la versión 2 de la micro:bit (micro:bit v2), que incorpora importantes mejoras respecto a la versión original. A continuación, se describen sus características principales de forma accesible:

- Pantalla led de 5×5 puntos. Pantalla led de 5×5 puntos.

- Botones A y B. Dos botones programables (A y B) en la parte frontal.
- Sensor de temperatura. Sensor de temperatura integrado.
- Acelerómetro y brújula. Acelerómetro y brújula (magnetómetro) que detectan el movimiento y la orientación de la placa.
- Sensor de luz. Sensor de luz (a través de la propia pantalla led).
- Micrófono integrado. Micrófono integrado para detectar sonidos y niveles de ruido.
- Altavoz integrado. Altavoz integrado que permite reproducir sonidos y melodías sin necesidad de componentes adicionales.
- Sensor táctil en el logotipo. Sensor táctil en el logotipo dorado de la parte frontal.
- Conectividad *bluetooth* y radio. Conectividad *bluetooth* y radio, que permite la comunicación inalámbrica entre varias placas.
- Conector USB. Conector USB para programar y alimentar la placa desde un ordenador.
- Conector para pilas. Conector para pilas (funciona con 2 pilas AAA), lo que permite usarla de forma autónoma.
- Pines de entrada/salida. Pines de entrada/salida en el borde inferior para conectar componentes externos como led, motores, sensores externos, etc.

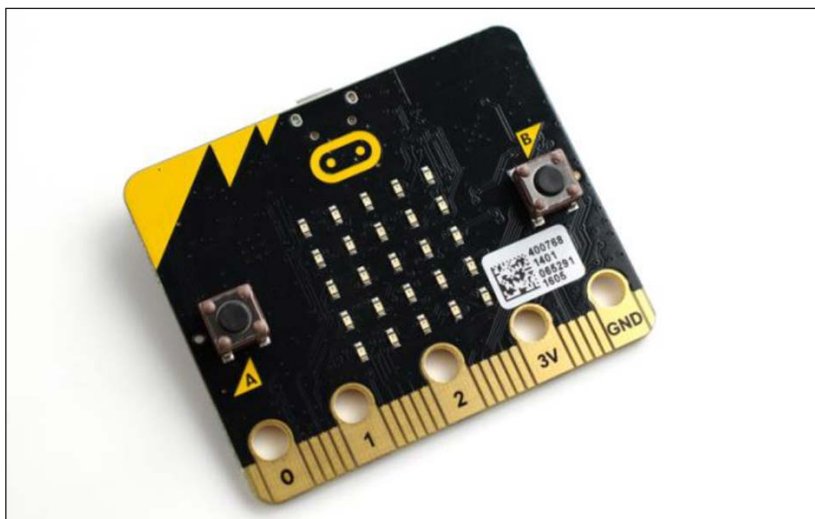


Figura 1. Placa micro:bit

Toda esta riqueza de sensores y actuadores es lo que convierte a la micro:bit en una plataforma tan potente para el aprendizaje a un precio muy asequible. En el contexto de la inteligencia artificial, sensores como el micrófono, el acelerómetro o la pantalla led, así como la posibilidad de grabar datos, serán fundamentales para recoger datos, entrenar modelos y mostrar resultados, como veremos en los apartados prácticos de este capítulo.

2.2. ¿Cómo se programa la micro:bit?

La micro:bit se puede programar de varias formas, adaptadas a diferentes niveles de conocimiento y etapas educativas. La más habitual y recomendada para Educación Primaria es el editor de bloques MakeCode, disponible de forma gratuita en la dirección <https://makecode.microbit.org/>. Este entorno de programación visual funciona de forma similar a Scratch (que muchos docentes ya conocen): el alumno arrastra y encaja bloques de colores para construir su programa sin necesidad de escribir código. El editor también ofrece un simulador de micro:bit virtual en pantalla que permite ver cómo se comportará el programa antes de transferirlo a la placa física.

Para transferir el programa a la placa, basta con conectar la micro:bit al ordenador mediante un cable USB, descargar el archivo generado por MakeCode y arrastrarlo al dispositivo, que aparece como una unidad de almacenamiento USB en el ordenador. En dispositivos más modernos y en tabletas, también es posible conectar directamente mediante *bluetooth* o WebUSB, simplificando aún más el proceso.

Para los cursos superiores de Primaria o para docentes con mayor experiencia, MakeCode también permite cambiar a una vista de código en JavaScript o Python, lo que facilita la progresión hacia lenguajes de programación más avanzados. No obstante, para los propósitos de este capítulo, nos centraremos exclusivamente en la programación por bloques, que es la más adecuada para el alumnado de 5.º y 6.º de Educación Primaria.

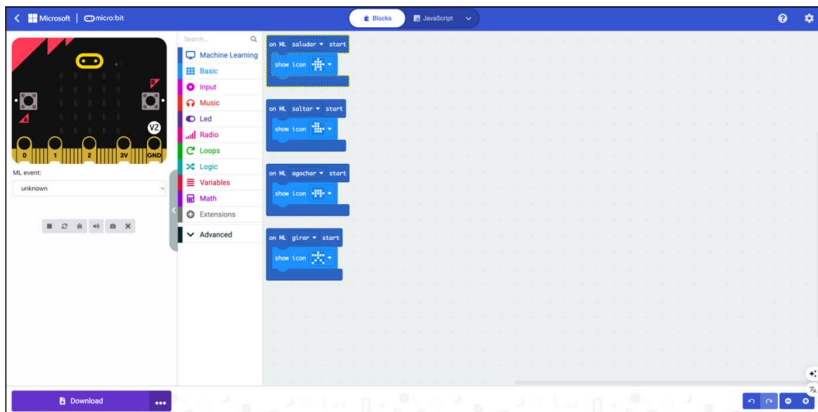


Figura 2. Entorno de programación Makecode

3. La plataforma CreateAI de Micro:bit. Aprendiendo IA de forma visual

En 2023, la Fundación Micro:bit –organización sin ánimo de lucro que gestiona y desarrolla el ecosistema micro:bit– lanzó una plataforma educativa específicamente diseñada para introducir la inteligencia artificial en las aulas, CreateAI (accesible en <https://createai.microbit.org/>). Esta herramienta representa un hito importante en la educación tecnológica, porque por primera vez pone al alcance de niños y niñas de Educación Primaria la posibilidad de entrenar sus propios modelos de IA de forma visual, intuitiva y completamente gratuita.

CreateAI está diseñada con el mismo espíritu pedagógico que el resto del ecosistema micro:bit: la experiencia debe ser accesible, motivadora y conectada con el mundo real. La plataforma permite que los estudiantes recojan datos con la propia placa micro:bit (usando su micrófono o su acelerómetro), entrenen un modelo de aprendizaje automático con esos datos y, finalmente, usen ese modelo en un programa de bloques en MakeCode para que la micro:bit tome decisiones en función de lo que percibe.

3.1. ¿Cómo funciona CreateAI paso a paso?

El flujo de trabajo en CreateAI sigue tres fases claramente diferenciadas, que resultan muy naturales para el alumnado porque imitan la forma en que los seres humanos aprendemos:

- **Fase 1: recoger datos.** En esta primera fase, los estudiantes utilizan la placa micro:bit para capturar ejemplos del fenómeno que quieren que su modelo aprenda a reconocer. Por ejemplo, si el objetivo es que la placa distinga entre dos gestos distintos (sacudir y agitar), el alumnado realizará varias veces cada gesto mientras la plataforma recoge las lecturas del acelerómetro. Si el objetivo es reconocer sonidos, el alumnado grabará ejemplos de cada sonido utilizando el micrófono de la placa. En esta fase se introduce de forma natural el concepto de conjunto de datos (*dataset*): cuantos más ejemplos y más variados, mejor aprende el modelo.
- **Fase 2: entrenar el modelo.** Una vez recogidos suficientes ejemplos de cada categoría, el estudiante pulsa el botón de entrenamiento y la plataforma, en cuestión de segundos, genera un modelo de aprendizaje automático. Este proceso se apoya en técnicas de *machine learning* (concretamente en redes neuronales) que quedan ocultas para el usuario, pero cuyo resultado es perfectamente visible: el modelo comienza a clasificar nuevos datos en tiempo real. La plataforma muestra con barras de confianza qué tan segura está la IA de cada predicción, lo que abre conversaciones pedagógicas muy ricas sobre la incertidumbre y la probabilidad (conceptos que aprenderán en matemáticas).
- **Fase 3: usar el modelo.** Finalmente, los estudiantes exportan el modelo entrenado directamente a MakeCode, donde pueden usarlo como un bloque más dentro de su programa. A partir de aquí, la micro:bit puede tomar decisiones de forma autónoma en función de lo que detecta: encender un led si reconoce un gesto concreto, emitir un sonido al detectar una palabra, o mostrar un mensaje en la pantalla según el nivel de actividad percibido. Esta fase es la más motivadora para el alumnado, porque ven cómo su pequeño robot parece «entender» el mundo.



Figura 3. Entrenando modelo en CreateAI

3.2. Tipos de modelos que se pueden crear

En su versión actual, CreateAI permite entrenar tres tipos de modelos, cada uno basado en un sensor diferente de la micro:bit:

- Modelos de gestos (acelerómetro): el modelo aprende a reconocer diferentes movimientos físicos de la placa.
- Modelos de sonido (micrófono): el modelo aprende a distinguir entre diferentes sonidos o niveles de ruido.
- Modelos de datos numéricos: el modelo aprende a clasificar valores numéricos procedentes de sensores externos conectados a los pines de la placa.

Esta variedad permite diseñar proyectos muy distintos y adaptados a diferentes áreas curriculares, como veremos en el apartado de ejemplos prácticos.

4. Cómo CreateAI sienta las bases de la IA en Educación Primaria

Uno de los retos más importantes de la educación tecnológica actual es evitar que los alumnos se conviertan en meros consu-

midores de tecnología. La meta no es que los niños y niñas de hoy sepan usar un asistente de voz o un sistema de reconocimiento facial, eso ya lo saben hacer. La meta es que comprendan, aunque sea de forma elemental, cómo funcionan esos sistemas, cuáles son sus limitaciones y qué decisiones humanas hay detrás de ellos. CreateAI contribuye a esta comprensión haciéndola vívida y experimental.

A continuación, se describen los conceptos fundamentales de IA que los estudiantes de Primaria pueden interiorizar de forma natural al trabajar con CreateAI y la micro:bit.

4.1. Aprendizaje automático y entrenamiento

Cuando los alumnos recogen datos y entrenan un modelo en CreateAI, están experimentando en primera persona el concepto de aprendizaje automático (*machine learning*). Comprenden que la máquina no es inteligente por sí sola, aprende de los ejemplos que le proporcionamos los humanos. Si los ejemplos son pocos o están mal recogidos, el modelo comete errores. Esta comprensión es fundamental para desmitificar la IA: no es magia, es matemática aplicada a datos.

4.2. Datos, etiquetas y categorías

En CreateAI, cada conjunto de ejemplos que el alumno recoge recibe un nombre o etiqueta: «sacudir», «quieto», «aplauso», etc. Los estudiantes aprenden así que los modelos de IA necesitan datos etiquetados para aprender: no basta con proporcionar ejemplos, hay que decirle al sistema qué representa cada ejemplo. Este concepto de etiquetado está en la base de la gran mayoría de sistemas de IA que utilizamos en la vida real, desde el reconocimiento facial hasta los detectores de *spam* en el correo electrónico.

4.3. Confianza, incertidumbre y error

CreateAI muestra en tiempo real el nivel de confianza del modelo para cada predicción. Un alumno puede ver que cuando muestra

un gesto muy claro, la barra de confianza está casi al 100%, pero cuando el gesto es ambiguo, la confianza baja. Esto introduce conceptos estadísticos elementales de forma muy visual: la IA no siempre acierta, y cuando más se parece una situación a los ejemplos de entrenamiento, más fiable es su predicción.

4.4. Sesgo y representatividad

Un aspecto especialmente valioso de trabajar con CreateAI es que los propios errores del modelo abren conversaciones sobre el sesgo en la IA. Si un grupo de alumnos entrena un modelo de gestos y otro grupo lo prueba, es posible que el modelo funcione peor para los segundos, porque fueron los primeros quienes aportaron todos los datos. Esta experiencia, sencilla y directa, ilustra uno de los debates más importantes de la ética en IA: si los datos no son representativos, el modelo discrimina.

4.5. IA como herramienta, no como oráculo

Quizás el aprendizaje más profundo que propicia CreateAI es que los estudiantes comprenden que la IA es una herramienta creada y condicionada por decisiones humanas. Son ellos quienes deciden qué datos recoger, cómo etiquetar las categorías y para qué usar el modelo. Esto fomenta una actitud crítica y responsable ante la tecnología, alineada con los principios de la ciudadanía digital que la legislación educativa española promueve explícitamente.

5. Ejemplos prácticos para el aula de Educación Primaria

A continuación, se presentan cuatro ejemplos prácticos diseñados para ser implementados en aulas de 5.º o 6.º de Educación Primaria con alumnado de entre 10 y 12 años. Todos ellos siguen la misma estructura: descripción del proyecto, objetivos de aprendizaje, materiales necesarios, desarrollo paso a paso y posibles extensiones o conexiones curriculares.

Es importante señalar que ninguno de estos proyectos requiere conocimientos previos de programación por parte del docente. La programación por bloques en MakeCode es lo suficientemente intuitiva como para que cualquier maestro o maestra pueda seguir los pasos con sus alumnos, aprendiendo junto a ellos.

5.1. Proyecto 1: «Mi micro:bit me conoce» – Reconocimiento de gestos personalizados

Descripción del proyecto

En este primer proyecto, los estudiantes entrenan un modelo de gestos con la placa micro:bit. El objetivo es que la micro:bit reconozca tres gestos distintos realizados por el propio alumno (por ejemplo, agitar vigorosamente, inclinar hacia la derecha e inclinar hacia la izquierda) y responda con un mensaje o símbolo diferente en la pantalla led para cada uno.

Objetivos de aprendizaje

- Comprender el concepto de entrenamiento en IA mediante la experiencia directa.
- Entender que la cantidad y calidad de los datos influye en la precisión del modelo.
- Iniciarse en la programación por bloques con MakeCode.
- Reflexionar sobre la relación entre datos de entrenamiento y resultados.

Materiales necesarios

- Una placa micro:bit v2 por equipo (idealmente, una por alumno o una por pareja).
- Ordenador o *tablet* con acceso a internet (createai.microbit.org y makecode.microbit.org).

Desarrollo paso a paso

El docente introduce la actividad con una pregunta motivadora: «¿Crees que puedes enseñarle a una pequeña placa a reconocer tus propios movimientos?». A continuación, se accede a CreateAI y se crea un nuevo proyecto de tipo «Gestos».

Los estudiantes definen tres categorías de gestos que quieren enseñar a su micro:bit. Cada pareja elige sus propios gestos, lo que hace la actividad más personal y motivadora. Después, recogen al menos 20 ejemplos de cada gesto: uno de los alumnos realiza el gesto mientras el otro pulsa el botón de grabación en la pantalla. Es importante variar ligeramente la forma de realizar cada gesto para que el modelo sea más robusto.

Una vez recogidos los datos, se entrena el modelo pulsando el botón correspondiente. En cuestión de segundos, CreateAI genera el modelo y muestra los resultados de precisión. Este es un momento pedagógico muy valioso: el docente puede preguntar a cada pareja cuántos ejemplos recogió y si hay diferencias en la precisión obtenida.

A continuación, se exporta el modelo a MakeCode. En el editor de bloques, los estudiantes programan la respuesta de la placa para cada gesto reconocido: por ejemplo, mostrar una carita feliz al reconocer el gesto «agitar», una flecha al reconocer «inclinarse a la derecha» y un corazón al reconocer «inclinarse a la izquierda». El bloque de IA aparece en MakeCode como un bloque más, perfectamente integrado en el entorno de programación.

Finalmente, el programa se transfiere a la micro:bit y los estudiantes prueban su creación. Es habitual que haya momentos de frustración cuando el modelo no reconoce bien algún gesto; estos momentos son, pedagógicamente, los más valiosos, porque invitan a reflexionar sobre qué puede estar fallando y cómo mejorar el modelo.

Conexiones curriculares

Este proyecto conecta con el área de Matemáticas (estadística y probabilidad elemental), con Ciencias de la Naturaleza (el sistema nervioso y los gestos como señales) y con la competencia digital del currículo LOMLOE.

Extensión

Una vez dominado el proyecto básico, los estudiantes pueden intentar que su micro:bit comunique el gesto reconocido a otra micro:bit cercana mediante la radio, de forma que dos placas

puedan «hablar» entre sí usando un código de gestos inventado por ellos mismos.

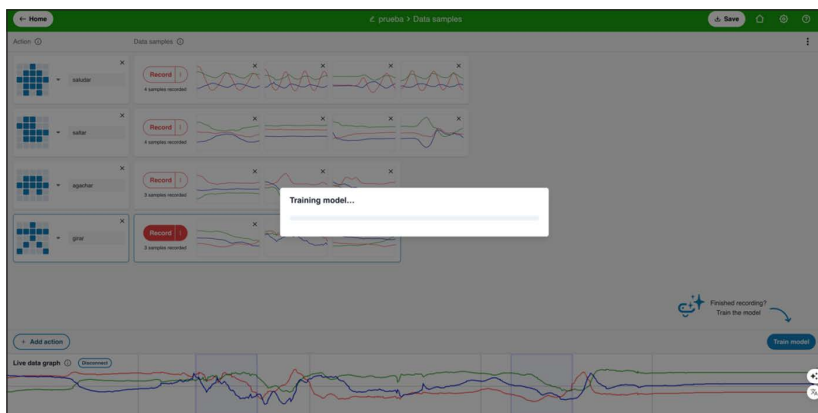


Figura 4. Entrenando modelo CreateAI para reconocer gestos

5.2. Proyecto 2: «El guardián del silencio»

– Clasificación de sonidos en el aula

Descripción del proyecto

En este segundo proyecto, los estudiantes utilizan el micrófono de la micro:bit v2 para entrenar un modelo que distinga entre dos estados del aula: silencio o trabajo tranquilo y ruido excesivo. La micro:bit actúa como un semáforo sonoro: muestra un símbolo verde cuando el ruido está en un nivel aceptable y un símbolo rojo cuando supera el umbral de lo razonable.

Objetivos de aprendizaje

- Comprender cómo los sensores recogen datos del mundo físico y los convierten en información procesable.
- Entender el concepto de clasificación binaria en IA.
- Reflexionar sobre el uso de la IA para resolver problemas reales del entorno cotidiano.
- Practicar la programación por bloques con estructuras condicionales.

Materiales necesarios

- Una placa micro:bit v2 con micrófono integrado.
- Ordenador o *tablet* con acceso a internet.

Desarrollo paso a paso

El proyecto comienza con una reflexión colectiva: «¿Cómo podría una máquina saber si una clase está haciendo demasiado ruido?». Los estudiantes debaten y llegan a la conclusión de que necesitaría algún tipo de sensor para «escuchar». El docente presenta el micrófono de la micro:bit como ese sensor.

En CreateAI se crea un nuevo proyecto de tipo «Sonido». Se definen dos categorías: «silencio_trabajo» y «ruido_excesivo». Para la primera categoría, los estudiantes graban ejemplos de sonido de fondo del aula mientras trabajan en silencio; para la segunda, graban ejemplos de ruido: conversaciones elevadas, sillas arrastrándose, etc. Se recomienda grabar al menos 30 ejemplos de cada categoría para obtener un modelo fiable.

Tras entrenar el modelo, se exporta a MakeCode. Aquí los estudiantes programan un bucle que continuamente consulta al modelo qué tipo de sonido está detectando y actualiza la pantalla led en consecuencia: una imagen de una carita tranquila para el silencio y una señal de alerta para el ruido excesivo. Opcionalmente, se puede añadir un sonido de aviso cuando se detecta ruido excesivo durante más de cinco segundos.

Una vez transferido a la micro:bit, el dispositivo se coloca en un lugar visible del aula. Los propios estudiantes son responsables de observar si su «guardián del silencio» funciona correctamente y de proponer mejoras.

Conexiones curriculares

Este proyecto conecta con Ciencias Sociales (convivencia y normas de la comunidad), con Lengua Castellana (la comunicación oral y sus registros) y con Educación para la Ciudadanía (responsabilidad individual en los espacios compartidos).

Reflexión ética

Este proyecto ofrece una oportunidad inmejorable para debatir sobre el uso responsable de la IA en los espacios públicos. ¿Sería aceptable que un sistema de IA monitorizase constantemente nuestro nivel de ruido? ¿Quién decidiría cuándo es «demasiado» ruido? Estas preguntas conectan directamente con debates actuales sobre la vigilancia tecnológica y los derechos digitales.

5.3. Proyecto 3: «Detector de actividad física» – IA para promover la salud

Descripción del proyecto

Los estudiantes programan su micro:bit para que clasifique tres niveles de actividad física, reposo, caminar y correr, usando el acelerómetro. El resultado se muestra en la pantalla led y puede conectarse, en una extensión del proyecto, con un contador de pasos o con una alerta cuando el alumno lleva demasiado tiempo sin moverse.

Objetivos de aprendizaje

- Conectar la IA con aplicaciones reales en el ámbito de la salud (pulseras de actividad, *apps* de salud).
- Comprender cómo funciona el acelerómetro como sensor de movimiento.
- Entender que muchos dispositivos del día a día (*smartwatches*, teléfonos) usan técnicas similares.
- Practicar la recogida de datos en contextos de movimiento.

Materiales necesarios

- Una placa micro:bit v2 por equipo.
- Una goma elástica o velcro para sujetar la placa en la muñeca o tobillo (opcional); también puede guardarse en el calcetín.
- Ordenador o *tablet* con acceso a internet.

Desarrollo paso a paso

La actividad comienza con una pregunta que conecta con el mundo real: «¿Sabéis cómo sabe vuestro teléfono cuántos pasos

habéis dado hoy?». Los estudiantes exploran la idea de que el móvil tiene sensores que detectan el movimiento y que un sistema de IA aprende a distinguir si estás andando, corriendo o quieto. A continuación, se presenta el acelerómetro de la micro:bit como un sensor equivalente.

En CreateAI, se crean tres categorías: «reposo», «caminar» y «correr». Para recoger los datos, los estudiantes deben moverse literalmente: llevan la micro:bit en la mano (o sujeta a la muñeca con la goma) y realizan cada tipo de actividad durante los periodos de grabación. Este es uno de los momentos más dinámicos y divertidos de la actividad, que puede llevarse parcialmente al patio del colegio para mayor comodidad.

Tras entrenar el modelo, se exporta a MakeCode. Los estudiantes programan la placa para que muestre un icono de persona quieta, una figura caminando o un corredor, según lo que el modelo detecte. Como extensión, pueden añadir un contador que registre cuánto tiempo llevan en reposo y emita una señal de alerta si pasan más de 30 minutos sin actividad.

Conexiones curriculares

Este proyecto conecta de forma natural con Educación Física (actividad y salud), con Ciencias de la Naturaleza (el cuerpo humano y el movimiento) y con Matemáticas (estadística y recogida de datos).

5.4. Proyecto 4: «El traductor de gestos» – Comunicación accesible con IA

Descripción del proyecto

En este proyecto de mayor complejidad, los estudiantes diseñan un sistema que traduce gestos físicos a letras o palabras mostradas en la pantalla de la micro:bit con la idea de crear una forma alternativa de comunicación. El proyecto conecta con la educación inclusiva y la accesibilidad, y puede contextualizarse como una herramienta de apoyo para personas con dificultades en el habla.

Objetivos de aprendizaje

- Comprender cómo la IA puede aplicarse para mejorar la accesibilidad y la inclusión.
- Diseñar un sistema complejo que integra recogida de datos, entrenamiento e implementación.
- Reflexionar sobre el papel de la tecnología como herramienta de equidad social.
- Practicar el trabajo en equipo y la toma de decisiones compartidas.

Desarrollo paso a paso

Este proyecto se recomienda para grupos con experiencia previa en los proyectos anteriores. Cada grupo de cuatro estudiantes diseña un pequeño «alfabeto de gestos»: asigna un gesto de la placa a cada una de entre tres y cinco letras o palabras frecuentes (por ejemplo: «sí», «no», «ayuda», «gracias», «hola»). A continuación, siguen el proceso habitual de CreateAI: recogen datos, entrenan el modelo y lo exportan a MakeCode.

En la fase de programación, cada gesto reconocido por el modelo activa la visualización de la letra o palabra correspondiente en la pantalla led, y opcionalmente reproduce un sonido con el altavoz integrado. El resultado final es un pequeño comunicador de gestos que el alumnado puede presentar a sus compañeros de clase o a las familias.

Reflexión ética y social

Este proyecto ofrece oportunidades únicas para reflexionar sobre la diversidad funcional, la accesibilidad tecnológica y el diseño universal. Se puede conectar con la lectura de testimonios de personas que utilizan sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (CAA), abriendo una conversación sobre cómo la tecnología puede ser un puente para la inclusión.

Conexiones curriculares

Conecta con Valores Cívicos y Éticos (igualdad, inclusión y respeto a la diversidad), con Lengua Castellana (la comunicación y sus formas) y con el área de Tecnología y Digitalización del currículo LOMLOE.

6. Consideraciones para el docente

Introducir la inteligencia artificial en el aula de Primaria no requiere ser un experto en la materia, pero sí supone asumir un rol diferente al habitual: el de docente explorador. En las actividades con CreateAI y micro:bit, el maestro o maestra no siempre tiene todas las respuestas, y eso es precisamente uno de sus valores pedagógicos más importantes. A continuación, se recogen algunas recomendaciones prácticas basadas en la experiencia de aula:

- Empieza con una sesión de exploración libre. Antes de embarcarse en cualquier proyecto estructurado, dedica una sesión completa a que los estudiantes simplemente experimenten con la micro:bit y sus sensores. La motivación intrínseca que genera el descubrimiento libre es el mejor punto de partida para cualquier aprendizaje posterior.
- No temas el error, conviértelo en objeto de aprendizaje. Cuando un modelo de IA no funciona bien (y ocurrirá con frecuencia), en lugar de corregir rápidamente el problema, aprovecha para preguntar ¿por qué creéis que falla? ¿Qué podríamos cambiar? Esta actitud transforma el error en una oportunidad de pensamiento crítico.
- Conecta siempre con el mundo real. Cada proyecto tendrá mucho más impacto si el estudiante comprende que tecnologías similares existen ya en el mundo que le rodea. Hablar de las pulseras de actividad al introducir el detector de movimiento o del reconocimiento de voz de los teléfonos al trabajar con el clasificador de sonidos da sentido y contexto al aprendizaje.
- Incluye siempre una reflexión ética. Ningún proyecto de IA debería cerrarse sin una conversación, aunque breve, sobre las implicaciones éticas de la tecnología utilizada. ¿Para qué más podría usarse este sistema? ¿Podría utilizarse de forma negativa? ¿Quién decide cómo se usa? Estas preguntas son tan importantes como la programación misma.

7. Conclusiones

La combinación de la placa micro:bit y la plataforma CreateAI ofrece a los docentes de Educación Primaria una oportunidad extraordinaria para acercar la inteligencia artificial al aula de una manera experiencial, crítica y profundamente educativa. Lejos de tratarse de una tendencia pasajera o de una moda tecnológica, la alfabetización en IA forma parte ya de los marcos curriculares de referencia, tanto en España como en el conjunto de la Unión Europea, y representa una competencia fundamental para la ciudadanía del siglo XXI.

Los proyectos descritos en este capítulo demuestran que no es necesario esperar a la universidad ni siquiera al instituto para que los estudiantes comiencen a comprender cómo funciona la IA, cuáles son sus limitaciones y qué responsabilidades implica su uso. Un niño de diez años que ha entrenado su propio modelo de gestos y ha visto cómo un sesgo en los datos produce un modelo injusto tiene una comprensión de la IA que la mayoría de adultos no posee.

El papel del docente en todo este proceso es, sobre todo, el de acompañante y facilitador: alguien que hace las preguntas correctas, que tolera la incertidumbre, que celebra el error como fuente de aprendizaje y que ayuda a sus alumnos a conectar la experiencia del aula con el mundo que les espera fuera de ella. La micro:bit y CreateAI son herramientas; la verdadera inteligencia, como siempre, reside en quienes las usan.

Referencias

Bibliografía

- Bers, M. U. (2022). *Beyond Coding: How Children Learn Human Values through Programming*. The MIT Press.
- Brennan, K. y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1(25).

- Cukurova, M., Kent, C. y Luckin, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making in education. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2998-3019.
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century*. UCL IOE Press.
- Moreno-León, J., Robles, G. y Román-González, M. (2016). Code to learn: Where does it belong in the K-12 curriculum? *Journal of Information Technology Education: Research*, 15, 283-303.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Pérez-Paredes, P. (2021). La inteligencia artificial en la educación: una revisión crítica. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 21(65).
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers and Play*. The MIT Press.
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Recursos web

- AI4K12. Iniciativa de IA para Primaria y Secundaria (<https://ai4k12.org>). Proyecto estadounidense (Google y CSTA) con directrices, recursos y actividades para introducir la IA desde Educación Primaria hasta el Bachillerato.
- CreateAI. Plataforma de IA de micro:bit (<https://createai.microbit.org>). Plataforma gratuita para entrenar modelos de inteligencia artificial con la placa micro:bit sin necesidad de conocimientos previos de programación.
- Elements of AI (Universidad de Helsinki) (<https://www.elementsofai.com/es>). Curso gratuito de introducción a la inteligencia artificial disponible en español, orientado al público general y especialmente útil como formación inicial para docentes.
- Fundación Micro:bit (<https://microbit.org>). Portal oficial de la Fundación Micro:bit con documentación, guías y recursos educativos en múltiples idiomas, incluyendo español.

Machine Learning for Kids (<https://machinelearningforkids.co.uk>).

Plataforma complementaria desarrollada por IBM que permite entrenar modelos de aprendizaje automático (texto, imágenes, números) e integrarlos en proyectos de Scratch o App Inventor.

MakeCode para micro:bit (<https://makecode.microbit.org>). Editor de programación por bloques oficial para la micro:bit, con simulador integrado y posibilidad de exportar a JavaScript y Python.

Micro:bit Educational Foundation. Lecciones y proyectos (<https://microbit.org/teach>). Repositorio de lecciones, proyectos y guías didácticas organizadas por nivel y área curricular, elaboradas por la propia Fundación.

Teachable Machine (Google) (<https://teachablemachine.withgoogle.com>). Herramienta gratuita de Google que permite entrenar modelos de reconocimiento de imágenes, sonidos y poses de forma visual y sin programación, complementaria al trabajo con micro:bit.

Educando en la industria 4.0. Habilitadores

ELIO SAN CRISTÓBAL RUIZ

CLARA PÉREZ MOLINA

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática
y Química Aplicada a la Ingeniería (DIECTQAI - UNED)

1. Introducción

La Cuarta Revolución Industrial también recibe el nombre de industria 4.0. Este término surgió en Alemania, en el año 2011, durante la Feria Industrial de Hannover, para referirse a una era marcada por una revolución tecnológica que está transformando la industria, la sociedad y las ciudades.

A continuación, se describen las tecnologías o habilitadores tecnológicos presentes en la industria 4.0 y la necesidad educativa que esto conlleva.

1.1. Habilitadores digitales de la industria 4.0

Los habilitadores digitales son el conjunto de tecnologías que hacen posible crear fábricas y ciudades inteligentes. Estos habilitadores se pueden clasificar en tres grupos:

1. Los habilitadores de la hibridación del mundo físico y digital, donde podemos destacar:

- Sensores: dispositivos capaces de obtener información del mundo físico y registrarla en el mundo virtual. Es decir,

permiten que la información del mundo físico se traslade al mundo virtual.

- Actuadores: dispositivos capaces de traducir las decisiones del mundo digital en acciones en el mundo físico. Es decir, las decisiones del mundo virtual tienen sus consecuencias en el mundo físico.
- Robótica avanzada y automatización: son dos conceptos que pueden ir unidos. La automatización es el proceso que permite desempeñar trabajos sin necesidad de intervención humana, de manera más eficiente. La robótica avanzada es la aplicación de robots, formados por sensores y actuadores, que interactúan con el mundo físico.
- Fabricación aditiva o impresión 3D: proceso de crear prototipos físicos a partir de un diseño digital, permitiendo trasladar objetos del mundo virtual al mundo físico.
- Realidad aumentada y virtual (AR/VR): digitaliza entornos y facilita la interacción visual con procesos físicos.

La figura 1 muestra un ejemplo de cómo estas tecnologías permiten interactuar con el mundo real.



Figura 1. Tecnologías digitales que se relacionan directamente con el mundo físico

2. Los habilitadores de comunicación son las tecnologías que permiten intercambiar información entre todos los componentes de la industria 4.0. Algunas de las más destacadas son:

- Redes y conectividad que permiten el flujo de datos entre los diferentes dispositivos y sistemas.
- Computación en la nube o *cloud computing*: tecnología que permite mantener los datos en un entorno en línea, acceder y administrar recursos a través de la conexión a internet.

La figura 2 muestra un ejemplo sencillo de cómo la conectividad y la nube se conecta con los habilitadores de hibridación.

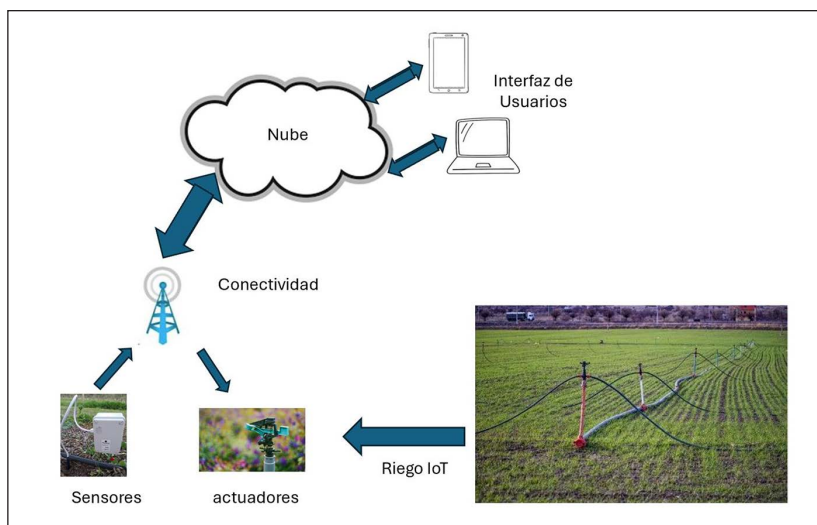


Figura 2. Integrando conectividad, computación en la nube y habilitadores de hibridación

3. Los habilitadores de inteligencia y uso de datos. Este grupo convierte los datos digitales en conocimiento útil y decisiones inteligentes. Algunas de las más destacadas son:

- *Big Data* y analítica de datos: proceso de recolección de una gran cantidad de datos con diferentes formatos y su análisis.

- Inteligencia artificial: es la ciencia y la ingeniería que tiene por objetivo crear programas, dispositivos y/o máquinas inteligentes.
- Gemelos digitales: modelo virtual que refleja con exactitud un objeto físico, proceso o sistema. Se utilizan para realizar simulaciones y estudiar el comportamiento de un producto digital para después adaptar las soluciones al producto real de una manera eficiente.

La figura 3 muestra un ejemplo sencillo de cómo la analítica de datos y los procesos de aprendizaje automático y toma de decisiones se conecta con el resto de habilitadores digitales.

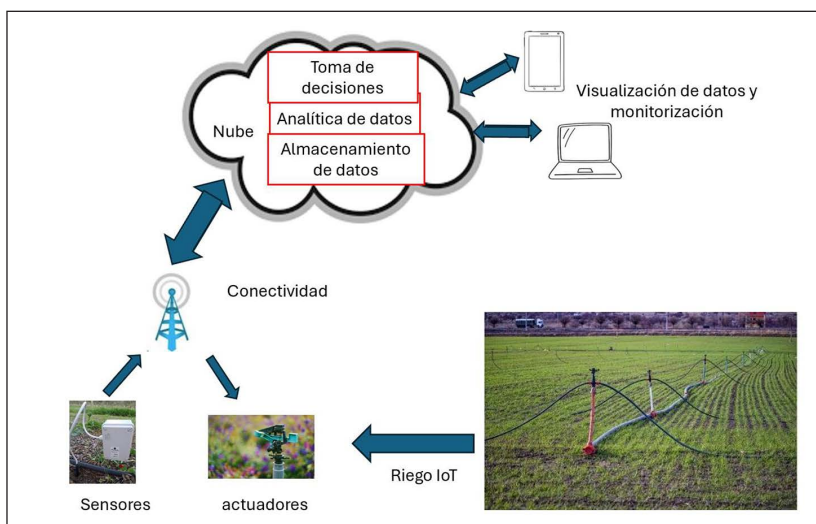


Figura 3. Integrando analítica de datos y aplicaciones de inteligencia

Existe otro habilitador fundamental de carácter transversal a todos los anteriores: la ciberseguridad. Este habilitador debe estar presente en cada una de las categorías o capas mencionadas anteriormente:

- En la capa de hibridación entre el mundo físico y el mundo digital, la ciberseguridad se centra en la protección de dispositivos, sensores, actuadores y sistemas ciberfísicos, garantizan-

do la integridad de las señales, el control seguro de los equipos y la prevención de accesos no autorizados a los sistemas.

- Capa de conectividad y computación en la nube. La ciberseguridad se enfoca en la protección de las comunicaciones y servicios *cloud*, asegurando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información transmitida entre los distintos sistemas.
- Capa de inteligencia y uso de datos. La ciberseguridad se orienta a la protección del dato, los modelos analíticos y las plataformas de procesamiento, garantizando el acceso controlado, la privacidad de la información y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

De forma adicional, la ciberseguridad debe abordarse también desde una perspectiva global proporcionando una protección integral extremo a extremo que incluya la gestión de identidades, la monitorización continua, la detección de amenazas y la respuesta ante incidentes a lo largo de todo el ecosistema de industria 4.0.

1.2. Educación 4.0

La denominada educación 4.0 se caracteriza por integrar tecnologías digitales, metodologías activas y el desarrollo de competencias alineadas con la industria 4.0.

Además, promueve un aprendizaje flexible, personalizado y continuo a lo largo de la vida, orientado a las necesidades del nuevo entorno productivo y social.

La educación 4.0 emerge como una respuesta directa a las transformaciones derivadas de la Cuarta Revolución Industrial, caracterizada por la digitalización, la automatización inteligente y la interconexión de sistemas. Este nuevo paradigma educativo no se limita a la incorporación de tecnologías en el aula, sino que implica una reconfiguración profunda de los procesos de enseñanza-aprendizaje, orientándolos hacia el desarrollo de competencias clave para un entorno productivo dinámico, complejo y altamente tecnificado.

En este contexto, la educación 4.0 se fundamenta en la integración de tecnologías digitales avanzadas, metodologías activas y modelos pedagógicos centrados en el estudiante. Su objetivo principal es preparar a los individuos para afrontar los retos de una sociedad en constante cambio, donde el conocimiento se actualiza de forma continua y las habilidades requeridas evolucionan rápidamente.

Entre las características de este nuevo modelo, podemos destacar:

- Aprendizaje orientado a competencias digitales. Es fundamental que el estudiante, además de adquirir conocimientos teóricos, desarrolle habilidades para utilizar de forma crítica, segura y creativa las tecnologías digitales. Algunos de los aspectos que cubrir son:
 - Desarrollo de competencias digitales básicas y avanzadas, incluyendo pensamiento computacional, para analizar problemas, diseñar soluciones y automatizar procesos mediante herramientas digitales.
 - Alfabetización en los habilitadores claves alineados con la industria 4.0 como internet de las cosas (IoT), análisis de datos, inteligencia artificial (IA), automatización y ciberseguridad.
- Utilización de metodologías activas que sitúen al estudiante en el centro del aprendizaje y que se apoyen en medios digitales y enfoques prácticos. Por ejemplo:
 - Aprendizaje basado en proyectos (ABP). Consiste en trabajos o tareas complejas en las que el estudiante aplica y combina conocimientos, habilidades y actitudes para resolver problemas reales o diseñar soluciones auténticas. Además de integrar conceptos y procedimientos, estas tareas fomentan la autonomía, la iniciativa personal y la creatividad. Su duración suele ser media o larga, pudiendo abarcar incluso un curso completo. En centros que promueven este enfo-

que, es posible desarrollar proyectos interdisciplinarios, así como aprovechar la colaboración con otras instituciones o colectivos externos enriqueciendo la experiencia educativa y conectando el aprendizaje con contextos reales.

- Aprendizaje cooperativo. Los estudiantes trabajan de forma conjunta para alcanzar objetivos comunes, compartiendo responsabilidades y conocimientos en lugar de aprender de manera aislada. En el contexto de la educación 4.0, este enfoque se potencia mediante el uso de tecnologías digitales, entornos virtuales y herramientas colaborativas.
 - Formación híbrida (presencial y *online*). Combinación de actividades presenciales y digitales que permite flexibilizar el aprendizaje y adaptarlo a distintos contextos y necesidades del estudiantado. Este enfoque facilita la integración de metodologías como *Flipped Classroom* (aula invertida) y aprendizaje basado en proyectos (ABP). Además, fomenta el uso de laboratorios virtuales y remotos, así como la realización de sesiones colaborativas *online*, promoviendo un aprendizaje activo, participativo y centrado en el estudiante.
- Personalización del aprendizaje. En la educación 4.0 se busca que el aprendizaje sea adaptado a las necesidades, ritmos y estilos de cada estudiante, aprovechando el potencial de las tecnologías digitales y la analítica de datos educativos. Esto permite diseñar itinerarios formativos individualizados, identificar fortalezas y áreas de mejora de cada alumno y ofrecer recursos y actividades que optimicen su aprendizaje.

Por otro lado, es importante destacar que la educación 4.0 está estrechamente vinculada con el entorno productivo y social, lo que establece una relación más directa entre el sistema educativo y el mercado laboral. Las instituciones educativas colaboran cada vez más con empresas y organizaciones para diseñar programas formativos que respondan a las necesidades reales del entorno profesional. Esto se traduce en la incorporación de prácticas, proyectos reales y experiencias de aprendizaje basadas en contextos laborales.

3. Habilitadores digitales en el aula

El aprendizaje de los habilitadores digitales se desarrolla de manera progresiva a través de distintas etapas formativas dentro del aula y según las edades del alumnado. Algunas de ellas son:

1. Alfabetización y seguridad digital. Se define como la fase inicial en la que el estudiante adquiere los conocimientos básicos para desenvolverse en entornos digitales. Incluye:
 - Aprender a utilizar dispositivos.
 - Comprender el funcionamiento básico de las herramientas digitales.
 - Adoptar hábitos seguros y responsables.

Esta base permite que el estudiantado utilice la tecnología de forma consciente, crítica y adecuada. Además, desde esta etapa se introducen nociones básicas de pensamiento computacional como son secuencias y lógica.

2. Uso y exploración. Posteriormente, cuando el estudiante adquiere las bases necesarias, comienza a utilizar las herramientas digitales de manera activa. En esta fase se fomenta la experimentación con aplicaciones, dispositivos y recursos tecnológicos.

El estudiante explora distintas posibilidades, prueba funciones y aprende mediante la práctica. En este proceso se promueve la resolución de problemas simples mediante ensayo y error, análisis de patrones y comprensión básica de procesos digitales.

3. Aplicación interdisciplinar. El estudiante comienza a combinar tecnologías para resolver problemas. Estos pueden estar relacionados con diferentes ámbitos de la sociedad, como la educación, la salud, el medio ambiente, la agricultura o las ciudades inteligentes.

Se amplía la resolución de problemas a situaciones más complejas, usando algoritmos sencillos, descomposición de tareas y coordinación de distintas herramientas.

4. Resolución de problemas mediante pensamiento computacional. En la fase más avanzada, el estudiante utiliza la tecnología para analizar situaciones complejas y diseñar soluciones. Se desarrollan habilidades como la descomposición de problemas, la identificación de patrones, la creación de algoritmos y la automatización de procesos. El pensamiento computacional permite trabajar con datos, programar sistemas y comprender el funcionamiento de los habilitadores digitales propios de la industria 4.0.

Como se ha comentado anteriormente, el proceso de aprendizaje de los habilitadores digitales relacionados con la industria 4.0 requiere de un plan formativo progresivo desde la etapa infantil hasta el final de la vida laboral. Por ello, resulta fundamental diseñar itinerarios formativos que garanticen la continuidad del aprendizaje a lo largo de todas las etapas educativas. Dichos itinerarios deben adaptarse al nivel madurativo del alumnado y promover el desarrollo gradual de competencias digitales cada vez más complejas.

Asimismo, es necesario integrar los habilitadores digitales de manera transversal en las diferentes áreas del currículo, evitando que su aprendizaje se limite únicamente a asignaturas tecnológicas. De este modo, el estudiantado puede comprender su aplicación en contextos reales y desarrollar una visión global del impacto de la tecnología en la sociedad.

Bajo este prisma transversal, el currículo debe enfatizar la relación de interdependencia entre la tecnología y sus ciencias fundamentales. Integrar las matemáticas, la física y la química permite comprender los principios que rigen los habilitadores digitales; la incorporación de la biología y la geología conecta la tecnología con los retos del medio ambiente y la bioingeniería, mientras que la expresión plástica fomenta la creatividad y el diseño necesarios para la innovación.

A continuación, se mostrarán algunas herramientas y actividades de aprendizaje que pueden ser utilizadas en las diferentes etapas del aprendizaje.

3.1. Etapa de alfabetización digital

En esta etapa, el objetivo es que el estudiante pierda el miedo a la tecnología y comprenda su lógica esencial. Cabe destacar que perder el miedo no implica utilizar la tecnología de forma descuidada; al contrario, se busca que el estudiante gane confianza técnica mientras desarrolla una conciencia temprana sobre los riesgos, aprendiendo a navegar en entornos digitales de manera segura, ética y responsable.

En esta etapa no es necesario utilizar dispositivos digitales complejos. El uso de actividades desconectadas también puede ser muy útil para empezar a trabajar el pensamiento computacional.

3.1.1. Actividades desconectadas

A continuación, veremos algunos ejemplos donde los estudiantes pueden comenzar a trabajar el pensamiento computacional, la robótica, etc.

- Algoritmos de la vida cotidiana: pedir a los estudiantes que redacten o dibujen las «instrucciones exactas» para una tarea común. Por ejemplo, cruzar una calle por un paso de peatones:

- Paso 1. Parar un poco antes del bordillo.
- Paso 2. Mirar a la izquierda.
- Paso 3. Mirar a la derecha.
- Paso 4. Si no viene ningún coche, entonces cruzar. Si no, esperar y volver al paso 2.

Esto les enseña que las máquinas necesitan órdenes precisas y ordenadas.

- Juegos del «Robot Humano»: un estudiante hace de robot y solo puede realizar acciones precisas. Imaginemos que se quiere enseñar a un robot a plantar una semilla. Y dicho robot solo acepta las siguientes ordenes:

- Moverse (hasta la zona donde se quiere plantar la semilla).
- Coger semilla.

- Cavar en la tierra.
- Colocar semilla.
- Cubrir semilla.
- Regar.

Esto les enseña que las máquinas son capaces de realizar tareas complejas siempre que reciban instrucciones precisas. Si una orden es ambigua o falta un paso intermedio, el sistema no funcionará correctamente, lo que subraya la importancia del orden lógico.

- Juegos de IoT sencillos: por ejemplo, juego que permite entender qué es un sensor, un actuador y cómo se comunican entre ellos (M2M o máquina a máquina). Se forman grupos de cuatro estudiantes con roles específicos:

- Estudiante A (el sensor): su función es observar el entorno (p. ej., detectar si hay mucha luz). Cuando ocurre el evento, escribe un mensaje breve (p. ej., «Luz detectada») y se lo entrega al mensajero.
- Estudiante B (la red/mensajero): es el encargado de transportar la información. Debe llevar el mensaje del sensor al controlador de forma rápida y segura. Si el mensajero se «pierde» o se retrasa, el sistema falla (simulando una mala conexión a internet).
- Estudiante C (el controlador/cerebro): recibe el mensaje de la red y aplica una regla lógica (p. ej., «SI hay luz, ENTONCES bajar persiana»). Escribe la orden resultante y se la da de nuevo al mensajero para que la lleve al actuador.
- Estudiante D (el actuador): recibe la orden final y ejecuta la acción física (p. ej., hacer el gesto de bajar una persiana o encender una linterna).

En este caso se enseña el funcionamiento de los sensores y actuadores, la comunicación que existe entre ellos y el concepto de latencia. También se introduce de manera muy sencilla el análisis de datos y la toma de decisiones.

Es posible definir una gran variedad de actividades desconectadas que introduzcan al estudiante los diferentes habilitadores digitales de la industria 4.0 para sentar las bases conceptuales antes de pasar al uso de dispositivos físicos o entornos de programación.

3.1.2. Actividades conectadas

Las actividades desconectadas pueden complementarse con sencillos dispositivos o elementos *software* que consoliden los conocimientos anteriores de forma tangible. Por ejemplo:

- Herramientas de programación visual. Plataformas como ScratchJr o Scratch permiten reforzar los conocimientos adquiridos mediante el uso de bloques. La figura 4 muestra un ejemplo sencillo en ScratchJr de cómo programar un robot para plantar una semilla

El estudiante ya no da instrucciones a un compañero, sino que programa a un «objeto» en pantalla para que realice acciones, trabaje con bucles y responda a eventos, lo que asienta la base de la interacción hombre-máquina.

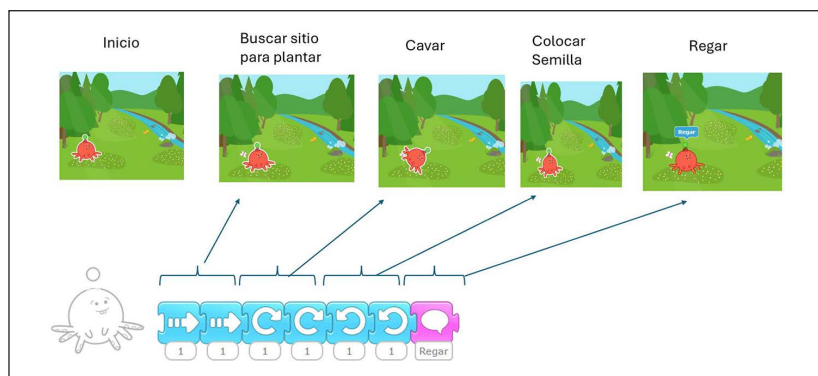


Figura 4. Robot plantando semilla. Pensamiento computacional y robot en ScratchJr

- Simuladores de robots. Un ejemplo es el simulador *online* beebot, disponible en, que permite manejar un robot abeja que se mueve por un tablero. Dicho simulador permite que el estudiante dé órdenes a un robot y se sitúe en la casilla que el profesor pida. Permite enseñar al estudiante a dar órdenes

claras y concisas y a aprender letras, números, palabras, etc. (ver figura 5).

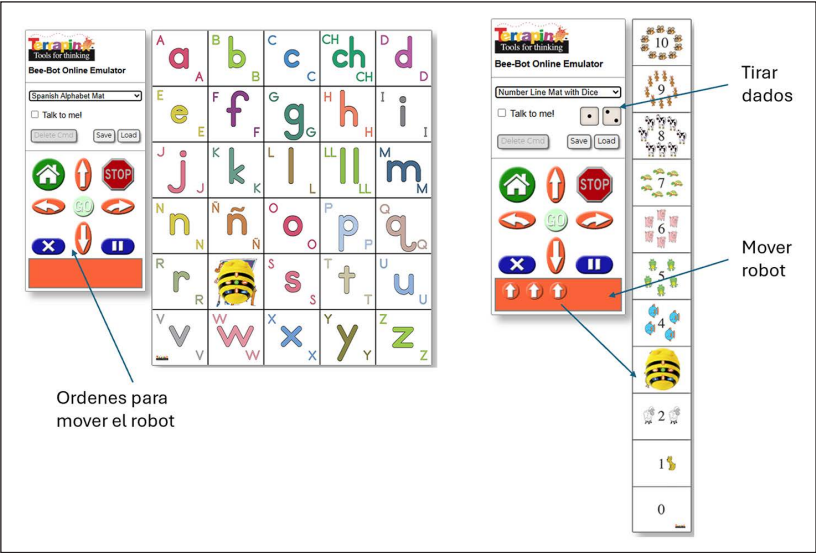


Figura 5. Simulador *online* robot abeja

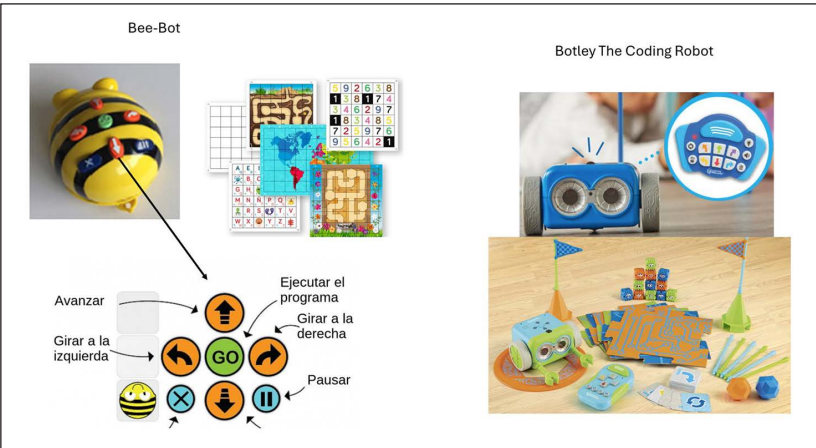


Figura 6. Kit de robot abeja y Botley The Coding Robot

- Robots sencillos. Estos dispositivos *hardware* permiten trasladar el juego del «Robot Humano» y los simuladores a un objeto físico real. El estudiante debe planificar la ruta y pulsar los

botones de dirección en el orden correcto, trabajando la orientación espacial y la secuencialidad sin necesidad de una pantalla compleja. La figura 6 muestra el robot abeja *hardware* y el Botley The Coding Robot que incluye un sensor de obstáculos.

Al igual que las actividades desconectadas, existe una gran cantidad de herramientas que ayudan al profesorado a introducir al estudiante en las tecnologías habilitadoras digitales.

3.2. Etapa de uso y exploración

En la fase anterior, el estudiante exploró herramientas digitales y dispositivos, bajo la guía del docente, centrado en la comprensión conceptual y la familiarización con la tecnología. En esta etapa, el alumnado comienza a interactuar de manera más autónoma con *software* y *hardware*, aplicando los conocimientos adquiridos a proyectos sencillos y concretos.

Se promueve la experimentación práctica, la resolución de problemas básicos y la combinación de distintos elementos digitales, como robots educativos, sensores, actuadores y entornos de programación visual. El objetivo es que el estudiante pase del conocimiento teórico a la acción y desarrolle habilidades de planificación, secuenciación y control de dispositivos de forma guiada pero independiente.

Entre las herramientas y recursos que se pueden aplicar en esta etapa destacan:

- Scratch: permite ampliar y empezar a resolver problemas sencillos de programación. Para estudiantes de mayor edad, es posible integrar elementos básicos de inteligencia artificial mediante Scratch 3.0.
- Laboratorios remotos: facilitan la comprensión del funcionamiento de sensores y actuadores permitiendo al estudiante interactuar con ellos de forma remota. Un ejemplo es el Laboratorio de Sistemas de Percepción desarrollado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química Aplicada a la Ingeniería de la UNED.

- Kits IoT con Arduino o Raspberry Pi: permiten al alumnado experimentar con sensores, actuadores y entornos de programación aplicando soluciones a problemas o actividades planteadas por el docente.
- Simuladores y kits de robótica: facilitan la programación y construcción de robots más complejos, promoviendo la interacción directa con entornos físicos y virtuales.

Esta combinación de herramientas asegura que el estudiante consolide sus competencias digitales y desarrolle confianza y autonomía en el uso de la tecnología, preparando la transición a etapas posteriores de aplicación interdisciplinar y resolución de problemas más complejos.

3.3. Etapa de aplicación interdisciplinar

En esta fase, el estudiante comienza a utilizar los habilitadores digitales para resolver problemas reales y conectar la tecnología con diferentes áreas del conocimiento. La tecnología deja de ser un fin en sí misma y se convierte en una herramienta para proyectos vinculados a la educación, la ciencia, el medio ambiente, la salud o la sociedad.

Se fomenta la aplicación práctica de conceptos y dispositivos mediante proyectos STEAM como, por ejemplo:

- Estaciones meteorológicas para estudiar el clima y registrar datos ambientales.
- Sistemas de riego automatizado vinculados a la biología y el cuidado de plantas.
- Semáforos inteligentes o gestión de tráfico en entornos simulados, relacionando matemáticas, física y tecnología.
- Proyectos de control ambiental o energía renovable utilizando sensores y actuadores.

En esta etapa se trabajan conceptos más avanzados tales como descomposición de problemas, coordinación de múltiples dispositivos, recolección de datos y toma de decisiones automatiza-

da. Además, se promueve el trabajo colaborativo, la planificación de soluciones y la evaluación de resultados.

Algunas de las herramientas y recursos útiles en esta etapa son los siguientes:

- Kits de robótica avanzados (Lego Education, Makeblock) para proyectos interdisciplinarios.
- Sensores y actuadores IoT conectados a plataformas de recolección de datos.
- Laboratorios remotos y simuladores para experimentar con variables de manera segura.

3.4. Etapa de resolución mediante pensamiento computacional

En la fase más avanzada, el estudiante utiliza la tecnología para analizar situaciones complejas, diseñar soluciones completas y evaluar resultados, consolidando competencias propias de la industria 4.0.

Se desarrollan habilidades de pensamiento computacional, como:

- Descomposición de problemas complejos en partes manejables.
- Identificación de patrones y relaciones entre datos.
- Creación de algoritmos y automatización de procesos.
- Toma de decisiones basada en datos y simulaciones.

Se incorporan proyectos integradores que combinan robots, sensores, actuadores y entornos de IoT, así como nociones básicas de inteligencia artificial, como el reconocimiento de patrones o la predicción de resultados sencillos. A continuación, se muestran algunos ejemplos de actividades:

- Sistemas automatizados de control ambiental o domótica educativa.
- Análisis de datos recogidos por sensores para tomar decisiones de mejora en un proyecto de ciencias.

- Programación de robots que interactúan con su entorno siguiendo reglas complejas y eventos múltiples.

El objetivo de esta etapa es que el estudiante sea capaz de diseñar soluciones tecnológicas de manera autónoma, creativa y responsable, consolidando la competencia digital y preparándose para afrontar retos de la sociedad digital y la industria 4.0.

4. Conclusiones

La educación 4.0 configura un modelo educativo integral alineado con la Cuarta Revolución Industrial basado en la integración de tecnologías digitales, metodologías activas y competencias clave. Su carácter flexible, personalizado y orientado al aprendizaje permanente prepara al alumnado para actuar en entornos sociales y productivos cambiantes, con impacto en el desarrollo económico y social.

La formación en habilitadores digitales e industria 4.0 exige una progresión adaptada al desarrollo madurativo, desde la alfabetización digital hasta la resolución de problemas complejos mediante pensamiento computacional. Este itinerario favorece una adquisición gradual de competencias digitales, junto con capacidades críticas, creativas y colaborativas indispensables en la sociedad contemporánea.

Junto a las competencias técnicas, este enfoque incorpora habilidades blandas, como adaptabilidad, resiliencia, gestión del tiempo y aprendizaje autónomo, esenciales en contextos laborales inciertos y sometidos a actualización continua y a transformaciones tecnológicas aceleradas.

La personalización del aprendizaje incrementa la motivación, el compromiso y la inclusión al ajustarse a intereses, ritmos y necesidades diversas. En ello resultan decisivos los entornos virtuales, los MOOC y las plataformas en línea, que amplían el acceso flexible a recursos y facilitan la actualización competencial a lo largo de la vida.

Asimismo, las metodologías activas, el aprendizaje basado en proyectos y la integración interdisciplinar permiten aplicar conocimientos en contextos reales y comprender la relación entre tecnología, ciencias y retos sociales y ambientales. En este marco, la robótica educativa destaca por su capacidad para desarrollar pensamiento computacional, resolución de problemas, creatividad, trabajo en equipo y adaptación. En conjunto, la educación 4.0 promueve un currículo transversal, un aprendizaje permanente y una preparación autónoma, ética y eficaz ante los desafíos de la sociedad digital actual.

Referencias

- Código21 Educación Navarra (s.f.). *Bee-Bot: Robot infantil programable*. Datos.gob.es (2026). *Gemelos digitales: Ventajas y casos de uso en España*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://datos.gob.es/es/blog/gemelos-digitales-ventajas-y-casos-de-uso-en-espana>
- Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluce, M. L. y García-Peñalvo, F. J. (2022). Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: Lecciones aprendidas de la COVID-19. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 49-72. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32320>
- Gualo, F. (2026). *Sistemas ciberfísicos: El puente entre el mundo real y el dato abierto*. Datos.org.es. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://datos.gob.es/es/blog/sistemas-ciberfisicos-el-puente-entre-el-mundo-real-y-el-dato-abierto>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) (s.f.). *Proyectos colaborativos*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://intef.es/tag/proyectos-colaborativos/>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) (2019). *Inteligencia artificial en el aula con Scratch 3.0*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://intef.es/Noticias/inteligencia-artificial-en-el-aula/>
- Learning Resources (s.f.). *Botley 2.0 the coding robot*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://www.learningresources.com/botley-the-coding-robot>

- Ministerio de Industria y Turismo (2015). *Industria conectada 4.0*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://www.mintur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2015/documents/dossier%20prensa%20industria%204.0%20081015.pdf>
- Monroy-García, E. (2023). *Aprendizaje basado en proyectos: Una senda por la que avanzar*. INTEF. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://intef.es/Noticias/aprendizaje-basado-en-proyectos-una-senda-por-la-que-avanzar/>
- ScratchJr (s.f.). *ScratchJr*. Recuperado el 7 de marzo de 2025 de <https://www.scratchjr.org/>
- Scratch Foundation (s.f.). *Scratch*. Recuperado el 7 de marzo de 2025 de <https://scratch.mit.edu/>
- Terrapin Logo (s.f.). *Bee-Bot online emulator*. Recuperado el 21 de marzo de 2026 de <https://beebot.terrapinlogo.com/>

Diseño de proyectos con programación por bloques

ROGELIO BUCETA OTERO
IES Ciudad de Dalías (Junta de Andalucía)

1. Introducción

La incorporación de la programación por bloques al ámbito educativo posiblemente sea uno de los cambios metodológicos más importantes en la enseñanza de la robótica y el pensamiento computacional. La actualidad social impone unas exigencias tecnológicas tan elevadas que es muy necesario conocer tanto cómo funcionan los distintos aparatos como comprender los lenguajes de estos sistemas. La escuela debe ofrecer al alumnado las primeras experiencias constructivas de aprendizaje que vayan más allá del uso pasivo de dispositivos. En este contexto, la programación por bloques se ha consolidado como una vía muy interesante para iniciar a los jóvenes en la lógica de la programación y el diseño de soluciones digitales (Sáez López et al., 2021; Atman et al., 2022).

La complejidad sintáctica de los lenguajes textuales tradicionales constituye una seria barrera en las primeras etapas. Se trata de herramientas que permiten focalizar la atención en la secuenciación de las acciones, en la construcción de sencillos algoritmos y en el desarrollo de estructuras mentales ligadas al pensamiento computacional (Fanchamps et al., 2021). La programación por bloques se convierte, por todo ello, en un recurso especialmente valioso para Educación Primaria y los primeros cursos de Secundaria, ya que facilita la adquisición de co-

nocimientos sobre bases sólidas, accesibles y motivadoras (Dilmen et al., 2023). Al tener una vinculación estrecha con la robótica educativa, dispone de unas enormes posibilidades didácticas.

Además, la programación por bloques se integra en metodologías activas, tales como el aprendizaje basado en proyectos, los enfoques STEAM o el *Design Thinking* (Saad y Zainudin, 2024). De esta forma, el alumnado asume un papel protagonista donde debe planificar, construir, probar, corregir y comunicar las soluciones, desarrollando de esta forma no solo las competencias digitales sino también habilidades de colaboración, creatividad y comunicación (Laakso et al., 2021). La tecnología pasa de ser un fin en sí mismo para convertirse en un recurso pedagógico adecuado al servicio de una formación más completa y ajustada a los retos de la sociedad actual (Dohn, 2020).

A partir de esta perspectiva, el presente capítulo aborda la programación por bloques como una parte directamente conectada con el resto del ecosistema del pensamiento computacional, en tanto que constituye un nuevo camino para completar proyectos robóticos totalmente adaptados al alumnado que los aborda. Asimismo, aparece una revisión de los principales entornos y herramientas disponibles para el desarrollo de proyectos, junto con los criterios para su elección. Por último, se abordan algunas de las dificultades más habituales en su implementación en el aula.

2. El aprendizaje basado en proyectos en robótica y programación

El aprendizaje basado en proyectos se postula como una de las metodologías idóneas para la integración de la robótica y la programación en el aula desde una perspectiva pedagógica sólida. Este enfoque proporciona a los estudiantes retos auténticos que les exigen un nivel de respuesta que requiere un esfuerzo personal más allá de la utilización de algún dispositivo o *software* concreto. Implica diseñar, construir, programar, comprobar, evaluar

y mejorar las soluciones planteadas, convirtiendo el proceso de aprendizaje en una situación conectada con la realidad y consiguiendo intrínsecamente aprendizajes significativos (Saad y Zainudin, 2024).

2.1. Competencias clave desarrolladas mediante proyectos tecnológicos

La realización de proyectos basados en tecnologías digitales apoyadas en programación por bloques genera de forma intrínseca múltiples beneficios que no solo se centran en la adquisición de contenidos propios, sino que se trabaja además una amplia cantidad de competencias clave muy necesarias para el desarrollo integral del estudiante. Cabe recordar que el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas está facilitando el acceso a la información, y actualmente los jóvenes tienen facilidad para encontrar aquello que necesitan con un solo clic. En este contexto, el sistema educativo juega un papel básico en el sujeto, mostrándose como un camino metodológico clave para conseguir una rápida y efectiva adaptación a las realidades cada vez más competitivas y complejas. Hay que destacar, además, que dentro de estas estrategias destacan los proyectos tecnológicos, especialmente aquellos vinculados con la programación, la robótica educativa y el desarrollo del pensamiento computacional. Se puede afirmar que estos sistemas permiten llevar a cabo un trabajo activo y significativo apoyado en el desarrollo de las distintas competencias clave (Sáez López et al., 2021; Atman et al., 2022).

El hecho de que se puedan alcanzar estos objetivos lleva a pensar que el alumnado, al situarse en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, activa el proceso, construyendo el conocimiento con una base sólida, experimentando y resolviendo los problemas surgidos en cada una de las etapas. Pretender trabajar y, en ocasiones incluso, crear productos tecnológicos se convierte en un ambicioso reto donde el joven se sitúa en el centro del proceso educativo en el que el profesorado pasa a adop-

tar un rol de guía o conductor. Esto conlleva, ineludiblemente, a aparcir elementos puramente teóricos y dejar paso a problemas basados en la práctica, premiando la creatividad y la colaboración (Laakso et al., 2021).

La competencia STEAM, basada en las matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería, se desarrolla de forma directa junto con la competencia digital, ya que muchos de los retos que se proponen en el ámbito escolar requieren de unos conocimientos matemáticos y científicos que cada uno de los jóvenes debe estructurar y desarrollar para completarlos con éxito. En el ámbito de la robótica educativa es habitual trabajar con conceptos que facilitan la estructuración mental de conceptos en el mundo de la ciencia y la ingeniería. Cabe destacar, además, que el trabajo con plataformas que permiten la programación por bloques obliga a utilizar de forma activa los diversos sistemas digitales que rodean a los estudiantes desde edades tempranas. Esto conlleva ineludiblemente a una mejora exponencial en el dominio de las nuevas tecnologías (Sáez López y Buceta Otero, 2023; Cetin y Tarik, 2023).

3. Herramientas y entornos de programación por bloques para el desarrollo de proyectos

El trabajo de metodologías que facilitan el desarrollo del pensamiento computacional está ganando cada vez más adeptos, y la programación por bloques se ha posicionado como una de las principales formas de trabajo de este. Cada vez aparecen más cantidad de plataformas que facilitan la adquisición de conceptos informáticos de forma lúdica a las que, desde temprana edad, pueden acceder a programar mediante ladrillos sin saber los mecanismos digitales que se producen detrás de cada movimiento. Además, la utilización de este tipo de tecnologías elimina las antiguas barreras existentes entre los estudiantes que no conocían los lenguajes de programación, permitiendo completar auténticos algoritmos teniendo como base el juego. En el contexto presentado, facilita encontrar soluciones prácticas con ayuda de in-

terfaces visuales accesibles y, en la mayoría de los casos, gratuitas (Dilmen et al., 2023).

La idea de que las plataformas de programación adaptadas al entorno escolar permiten trabajar interdisciplinariamente con otras áreas curriculares está sobradamente apoyada por la comunidad científica, consiguiendo con esta metodología aprendizajes significativos (Dohn, 2020).

3.1. Entornos educativos de programación visual

Los entornos de programación visual se están postulando como la herramienta de aprendizaje escolar de programación más utilizada entre los más jóvenes debido, fundamentalmente, a la facilidad en la utilización. Detrás de cada uno de los ladrillos que los usuarios deben manipular para completar una secuencia existe un lenguaje informático que sería imposible utilizar en estas etapas debido a su complejidad. Se trata de un sistema adecuado para conseguir cierto nivel de automatismo teniendo unas ideas básicas de secuenciación de las acciones (Dilmen et al., 2023).

Desde sus inicios, aparecieron plataformas que permitían trabajar con microprocesadores, pero se trataba de complejos medios que estaban limitados únicamente a expertos o personas que conocían la sintaxis de la codificación. Paulatinamente, una parte de los esfuerzos se focalizó en el ámbito educativo, algo que facilitó la utilización por parte de los escolares.

A continuación se enumeran las principales aplicaciones utilizadas en entornos escolares:

- Code.org (*).
- LEGO Education (*).
- Scratch (*).
- Makeblock.
- MIT App Inventor.
- Ozobot Classroom (*).
- Robot Mesh y Robot Virtual Worlds (*).
- Tinkercad (*).
- VEX Robotics.

Para alumnado de Primaria, se recomienda, debido a la sencillez de uso, las señaladas con asterisco. Estas herramientas permiten el desarrollo de habilidades básicas como la secuenciación, la lógica algorítmica y la descomposición de problemas, así como el fomento de la creatividad. Estos entornos permiten trabajar los proyectos propuestos, así como crear nuevos juegos. Este enfoque responde a una metodología constructivista en la que los conocimientos previamente adquiridos sirven de base para posteriores y más complejos diseños.

Cada vez están más evolucionados y la mayoría ya son compatibles con varios dispositivos y ofrecen opciones multiplataforma, por lo que la accesibilidad queda prácticamente solucionada. La idea de que se trabajen en pequeños grupos, donde cada estudiante proponga sus propias soluciones, está resultando atrayente, ya que esta forma fomenta el trabajo en equipo. Si al desarrollo puramente técnico del producto se le añade el fomento de las competencias sociales y comunicativas, se consigue una forma de trabajar propia de la sociedad actual (Denner et al., 2021).

La utilización de estos editores visuales facilita en la etapa de Educación Primaria la comprensión de conceptos abstractos al abordar la solución en situaciones reales y tangibles. Reciben, asimismo, un *feedback* instantáneo, puesto que pueden comprobar rápidamente si funcionan o no las soluciones planteadas. Existen ejemplos prácticos, como el trabajo mediante robots siguelíneas para desplazarse en un plano cartesiano, que contribuye a interiorizar conceptos mediante la experimentación práctica (Sáez López y Buceta Otero, 2023).

Esta conexión entre la teoría y la práctica incrementa los niveles de motivación del alumnado y, además, mejora la percepción de utilidad de los contenidos trabajados. Estos entornos fomentan el aprendizaje basado en retos, donde cada estudiante debe diseñar, programar y ajustar sus soluciones para la resolución de cuestiones concretas. Evidentemente, las propuestas se deben ajustar a los niveles propios de los sujetos, destacando que los niveles más avanzados de Primaria pueden optar por el ajuste a los contenidos de Secundaria, mientras que los niveles

más bajos deben tener un perfil fundamentalmente lúdico (Dohn, 2020).

3.2. Otros entornos no visuales vinculados a la robótica educativa

Cabe destacar que, además de la programación por bloques, y como camino al aprendizaje de los distintos lenguajes, aparecen algunas plataformas que se basan principalmente en la sintaxis, por lo que están reservadas a estudiantes de Secundaria o aquellos de Primaria con niveles más avanzados:

- Codecademy.
- Arduino Education.
- Google for Education.

Aunque alguna de ellas permite un funcionamiento visual basado en Scratch, no es lo habitual. Se trata de herramientas más avanzadas que permiten la construcción de proyectos complejos que incorporan sensores y actuadores diversos.

La mayoría se basa en los lenguajes C+ y Python, por lo que su uso requiere mayor dominio del ámbito digital. Como punto fuerte, remarcar que existen infinidad de tutoriales de acceso gratuito en internet con ejemplos prácticos.

3.3. Criterios para la selección de herramientas según la etapa

La selección de herramientas de programación por bloques debe llevarse a cabo teniendo en cuenta, fundamentalmente, criterios pedagógicos y técnicos y basarse tanto en la etapa educativa como en el nivel de los estudiantes.

Inicialmente, se debe considerar el **nivel de desarrollo cognitivo**, puesto que es fundamental adaptar la dificultad de los proyectos al nivel de los jóvenes. En Educación Primaria, se recomiendan entornos muy visuales y muy simplificados, basados en interfaces intuitivas y realización de retos guiados y con alta

supervisión del profesorado para garantizar el éxito. Más tarde, en Secundaria, se deben incluir herramientas más completas que permitan desarrollar desafíos de mayor entidad. Ya se debe facilitar mayor autonomía y se deben trabajar conceptos como variables, condicionales o bucles. Se trata de encontrar la progresión que se inicia con un mayor control del docente y que finaliza con un grado de autonomía máximo, donde el proceso de aprendizaje se combina habitualmente con procesos de investigación para la obtención de la información necesaria para superar las pruebas (Dilmen et al., 2023).

Otro criterio clave en la selección es la **adaptabilidad y accesibilidad**. En esta línea, cabe destacar que en los últimos tiempos los desarrolladores de las interfaces de trabajo han puesto el foco en que se utilicen entornos amigables. Esto consigue acercar a los escolares a tecnologías que en otros tiempos serían inimaginables. Esto crece con un cambio en la metodología, donde el aprendizaje pasa por centrarse en la figura del docente a la del estudiante, y donde formas de trabajo como el *tinkering* destacan por su amplia adaptabilidad a distintos niveles y perfiles facilitando, así, la inclusión educativa (Sáez López et al., 2021).

Además, la **orientación interdisciplinar** que deben adquirir los nuevos sistemas tiene que estar integrada en el currículum, permitiendo un trabajo simultáneo desde las distintas áreas de conocimiento, mostrando una necesaria interconexión de los distintos bloques y una optimización en los esfuerzos dentro del proceso. Por ejemplo, los robots siguelíneas son una herramienta muy avanzada para el aprendizaje de coordenadas, sistemas geométricos o proporcionalidad de una forma práctica y con aplicación directa en situaciones reales (Sáez López y Buceta Otero, 2023).

Otro elemento que se debe considerar es el **carácter lúdico y el componente motivacional** del instrumento, puesto que la incorporación de nuevos recursos proporciona unos niveles de implicación más elevados que son fácilmente aprovechables para alcanzar objetivos más ambiciosos. Elementos de gamificación o la presentación de nuevos desafíos suelen generar un entorno favorable donde el joven muestra una atención e interés que favo-

recen un aprendizaje más significativo y duradero. La presentación de artilugios digitales despierta unas respuestas generalmente positivas entre los estudiantes, siendo además muy útiles para trabajar con alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (Dohn, 2020).

Por último, es fundamental analizar la disponibilidad de recursos y la formación docente del profesorado. Para que las tareas se puedan completar con éxito, es primordial que exista una distribución de material adecuada entre los participantes. Pero, además de esto, hay que garantizar que estos dispositivos digitales tengan un buen mantenimiento y funcionen adecuadamente. Debido a la utilización de sistemas disponibles en la nube, es imprescindible contar con una conectividad a internet con una velocidad suficiente para garantizar un adecuado funcionamiento (Yanış y Yürük, 2020).

4. Dificultades y estrategias de implementación en el aula

La implementación de propuestas didácticas basadas en la programación por bloques supone ampliar las posibilidades didácticas, pero también exige una reflexión acerca de las dificultades que pueden aparecer en un contexto real como es el aula. Para que estas herramientas tengan un uso adecuado, es preciso que exista una buena planificación, se dispongan de recursos suficientes y el profesorado tenga una formación específica en la materia.

El alumnado tiene un nivel muy heterogéneo, y eso constituye la primera dificultad que aparece en situaciones reales. Dentro del mismo grupo pueden coexistir estudiantes con altos niveles de conocimiento y motivación con otros que muestran un escaso interés por el método. Esta realidad obliga a diseñar propuestas flexibles donde se presenten distintos niveles de dificultad y posibilidades de ampliación. El hecho de no tener en cuenta esto puede conllevar a que se produzcan episodios de desmotivación, tanto por exceso como por defecto de complejidad. Es

por ello que la implementación debe basarse en la secuenciación progresiva, donde las primeras experiencias sean sencillas y altamente guiadas para avanzar posteriormente en otros más abiertos (Kandin y Şendurur, 2023).

Otro elemento que hay que tener muy presente es la gestión del error y la posible frustración asociada. En robótica y programación, el fallo forma parte del proceso educativo, debiendo ser consciente de que es muy complicado completar una tarea sin tener que hacer ninguna corrección. Si no se trabaja desde una perspectiva pedagógica, estas contingencias pueden generar rechazo o abandono. En el aula se debe generar una cultura positiva del error, donde la equivocación forme parte natural del proceso de aprendizaje. Esto favorece la perseverancia, la metacognición y la mejora (Ben-Yaacov y HersHKovitz, 2023).

La infraestructura es otro elemento que puede generar dificultades de implementación, puesto que no todos los centros disponen de la misma dotación, por lo que es fundamental tener en cuenta la cantidad de robots, ordenadores y otros dispositivos antes de completar el diseño de los proyectos. Y no se debe quedar únicamente en tener los materiales, sino también de su estado y nivel de conexión a internet, ya que estos sistemas son cada vez más dependientes de programas instalados en la nube. No obstante, estas limitaciones no deben constituir un impedimento para desarrollar ideas, sino un impulso de estrategias alternativas como la rotación por estaciones, el uso de simuladores o actividades desenchufadas. Se debe considerar la integración curricular real de estas propuestas sin que aparezcan como actividades aisladas y desconectadas del resto de áreas (Gün-Tosik y Güyer, 2024).

En etapas como Educación Primaria debe existir un equilibrio entre estructura y autonomía, puesto que cuando se generan situaciones con un exceso de directividad pueden llegar a limitarse las capacidades creativas, mientras que si no se regula el control, es posible que se llegue a puntos inalcanzables. La clave puede ser optar por dificultad intermedia, con retos claramente definidos y recursos de apoyo de los distintos procesos (Kandin y Şendurur, 2023).

Otro elemento especialmente sensible es la formación docente, puesto que para completar con éxito la implementación de la programación por bloques en los proyectos se debe tener un alto nivel técnico que permita solucionar las dudas que surjan durante el proceso. Entre del profesorado es común encontrar situaciones de alta motivación hacia la robótica y la programación junto con inseguridad frente a incidencias técnicas.

4.1. Gestión del tiempo y organización del aula

La gestión del tiempo es uno de los factores que influyen de forma más directa en el éxito de los proyectos de robótica y programación. Es fundamental que el alumnado disponga de tiempo suficiente para experimentar, equivocarse, reformular la solución y volver a probar. Los docentes deben tener esto en cuenta cuando realicen la temporalización, ajustando adecuadamente los intervalos necesarios para la realización de las tareas. Una estrategia muy útil consiste en la división del proyecto en microfasas bien delimitadas, dotando a cada una de las sesiones de objetivos concretos y alcanzables (Saad y Zainudin, 2024). Se proponen las siguientes:

- Fase 1: comprensión del reto y reparto de roles.
- Fase 2: diseño de la solución.
- Fase 3: programación inicial.
- Fase 4: prueba y mejora.
- Fase 5: presentación del resultado.

Esto facilita el seguimiento del proceso y consigue que cada sesión se convierta en un pequeño reto y aumentando, de esa forma, la motivación de los estudiantes, evitando sensación de desbordamiento (Kandin y Şendurur, 2023).

Siempre que sea posible, la organización del aula debe realizarse dividiendo el espacio en zonas funcionales de trabajo, fundamentalmente cuando se utilizan materiales manipulativos. Para esto, es muy recomendable contar con aulas del futuro, donde se deben separar los siguientes espacios:

- Zona de diseño y planificación.
- Zona de programación+.
- Zona de pruebas.
- Zona de documentación.

Además de la importancia de contar con espacios específicos, también se recomienda la asignación de roles específicos rotativos dentro de los grupos de trabajo, tales como los siguientes:

- Coordinador/a.
- Programador/a.
- Responsable del material.
- Verificador/a.
- Portavoz.

Con esto se optimiza el tiempo al facilitar labores concretas a cada uno de los componentes y, sobre todo, evitando la concentración de tareas en alguno de los alumnos (Denner et al., 2021).

En Educación Primaria se recomienda alternar tiempos de alta carga cognitiva con descansos activos, o incluso retos parciales para ir comprobando el funcionamiento, que ayudan a mantener altos niveles motivacionales y ritmos de trabajo adecuados. Hay que destacar que en esta etapa los tiempos en los que los más pequeños mantienen la atención son muy limitados. Además, se deben generar sesiones o tiempos de escape, donde se solucionen las incidencias o desajustes temporales que dificulten la consecución de los tiempos.

Referencias

- Atman, N., Öztüre, G. y Koçak, Y. (2022). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Enviromentes*, 31(9), 5874-5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>
- Ben-Yaacov, A. y Hershkovitz, A. (2023). Types of errors in block programming: Driven by learner, learning environment. *Journal of Edu-*

- cational Computing Research*, 61(1), 178-207. <https://doi.org/10.1177/07356331221102312>
- Cetin, I. y Tarik, O. T. U. (2023). The effect of the modality on students' computational thinking, programming attitude, and programming achievement. *International Journal of Computer Sciences and Engineering Systems*, 6(2), 1-14. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v6i2.170>
- Denner, J., Green, E. y Campe, S. (2021). Learning to program in middle school: How pair programming helps and hinders intrepid exploration, *Journal of the Learning Sciences*, 30(4-5), 611-645. <https://doi.org/10.1080/10508406.2021.1939028>
- Dilmen, K., Kert, S. B. y Uğraş, T. (2023). Children's coding experiences in a block-based coding environment: A usability study on code.org. *Education and Information Technologies*, 28(9), 10839-10864. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11625-8>
- Dohn, N. B. (2020). Students' interest in Scratch coding in lower secondary mathematics. *British Journal of Education Technology*, 51, 71-83. <https://doi.org/10.1111/bjet.12759>
- Fanchamps, N., Slangen, L., Specht, M. y Hennissen, P. (2021). The impact of SRA-programming on computational thinking in a visual oriented programming environment. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6479-6498. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10578-0>
- Fortunati, L., Manganelli, A. M. y Ferrin, G. (2022). Arts and crafts robots or LEGO® MINDSTORMS robots: A comparative study in educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 287-310. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09609-7>
- Gao, X., Yang, Y., Du, Y. y Sun, D. (2025). Effect of mind mapping-based scaffolding on elementary students' computational thinking in block-based programming. *Journal of Educational Computing Research*, 63(1), 236-271. <https://doi.org/10.1177/07356331241303067>
- Gün-Tosik, E. y Güyer, T. (2024). The effect of computer science unplugged on abstraction as a sub-component of computational thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101552. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101552>
- Laakso, N. L., Korhonen, T. S. y Hakkarainen, K. (2021). Developing students' digital competences through collaborative game design.

Computers & Education, 174, 104308. <https://doi.org/10.1016/j.comp.edu.2021.104308>

- Saad, A. y Zainudin, S. (2024). A review of teaching and learning approach in implementing Project-Based Learning (PBL) with Computational Thinking (CT). *Interactive Learning Environments*, 32(10), 7622-7646. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2328280>
- Sáez López, J. y Buceta Otero, R. (2023). El robot M Bot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en educación secundaria. *Pixel-Bit*, 66, 271-301. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95617>
- Sáez López, J. M., Buceta Otero, R. y De Lara García-Cervigón, S. (2021). La aplicación de la robótica y programación por bloques en la enseñanza elemental. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>
- Yanış, H. y Yürük, N. (2020). Development, validity, and reliability of an educational robotics-based Technological Pedagogical Content Knowledge Self-Efficacy Scale. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(4), 375-403. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1784065>

Prevención del riesgo en el uso de la robótica en la infancia

M.^a DEL PILAR QUICIOS GARCÍA
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

MARIBEL DOS SANTOS MIRANDA-PINTO
Universidade Aberta

1. Introducción

La infancia, junto a la ancianidad son dos etapas cronológicas vulnerables del ser humano. La vulnerabilidad en la cuarta edad se origina por el deterioro psicobiológico de la persona adulta. En la infancia se origina, sin embargo, por la inmadurez fisiológica, psicológica y socioafectiva de los menores.

La vulnerabilidad infantil, en su aspecto socioafectivo, puede acrecentarse al llegar el niño a la escuela. En ella se enfrenta a una socialización primaria diferente a la desarrollada en su familia. Las familias siguen socializando a los niños sobre esquemas instructivos analógicos y virtuales de primera o segunda generación en las que las relaciones personales son mayoritariamente presenciales. Los agentes familiares de socialización primaria conocen someramente el funcionamiento del pensamiento computacional (García Fuentes, 2022), si es que llegan a conocerlo. Sin embargo, la escuela instruye y socializa a los niños a través de la robótica. Ese choque socioinstructivo abre una involuntaria brecha digital generacional entre progenitores y niños, y con ella un posible desencadenante de riesgo social. Este desenca-

dente cuenta con un claro factor protector, la supervisión especializada del docente innovador.

En este capítulo se van a presentar algunos de los posibles desencadenantes de riesgo social por el uso inadecuado del pensamiento computacional, así como el posible comportamiento docente para prevenirlo.

2. Primer desencadenante de riesgo social: terminología utilizada

El lenguaje es la expresión de una idea, por lo que su utilización en el mundo académico ha de ser exhaustiva y sistemática. Estos dos principios no se dan en el campo educativo infantil en robótica y pensamiento computacional, constituyendo el primer desencadenante de riesgo social sobre el que tiene que actuar el maestro innovador.

El desencadenante de riesgo social se encuentra en la conceptualización, sinónimamente errónea, de ambos términos. La robótica se ha definido como una rama de una serie de ingenierías o ciencias tecnológicas. Una rama de la ingeniería mecánica, electrónica y de las ciencias de la computación que se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura y aplicación de los robots (Mendoza-Hernández et al., 2020).

Existiendo una definición unívoca de robótica, en la escuela se utiliza el término para designar la materialización del pensamiento computacional. Ahí se encuentra el primer desencadenante de riesgo social. Ese uso de la palabra robótica no puede utilizarse como su definición por llevar a equívoco al niño que está adquiriendo su lengua materna y enriqueciendo su vocabulario con estructuras lingüísticas complejas.

El uso del término robótica como materialización del pensamiento computacional se apoya en una metáfora didáctica (Junco y Calabrese, 2025) que considera que el pensamiento computacional es el lenguaje o el *software* usado por la robótica y la ciencia que construye el *hardware* (robots) del pensamiento computacional.

Partiendo de esa imagen, la academia ha optado por usar el término robótica frente al de pensamiento computacional por una segunda razón, en este caso acertada, la eficacia y motivación escolar. Esta eficacia está enraizada en el tipo de pensamiento que domina en la etapa de la infancia. En ella, los niños presentan un predominio de pensamiento concreto frente al pensamiento abstracto. Por este hecho, los niños entienden las potencialidades del pensamiento computacional como logros del artefacto robot. Esta falsa identificación genera un error conceptual. Los niños entienden que el robot resuelve problemas, separa problemas grandes en problemas pequeños, da una solución a cada uno de los problemas pequeños, encuentra respuestas para todos los problemas que son similares, crea una respuesta tipo para cada modalidad de problema pequeño, elimina aspectos no importantes y aprende a resolver todo lo complejo resolviendo todo lo sencillo.

Estos razonamientos infantiles lo que describen es la concreción de las características del pensamiento computacional, y esto es lo que tiene que transmitir el maestro para revertir un desencadenante de riesgo social escolar en un factor de protección de riesgo social.

3. Segundo desencadenante de riesgo social: acceso a robots en la actual escuela inclusiva

El modelo educativo actual concreta el derecho humano de acceso a la educación recogido en el artículo 26 de la Declaración de los Derechos Humanos. Este modelo, además de concretar este derecho lo caracteriza, y lo hace, en una escuela inclusiva, en la que los estudiantes tienen que poder acceder a los materiales instructivos en igualdad de oportunidades sin importar, en este caso, sus características socioeconómicas.

Europa y España, a nivel estatal, están involucrados en esta tarea inclusiva a través de planes formativos y legislación específica como, entre otros, el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027), la DigComp 2.2, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre LOMLOE...

El Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) se redactó tras la pandemia. Este plan trata de desarrollar la igualdad de oportunidades en el acceso a los elementos formativos en robótica y asegurar una formación inclusiva de todos los niños con independencia de la capacidad económica de sus familias, convirtiéndose, así, en un factor, sobrevenido, de protección de riesgo social infantil en la escuela inclusiva.

La DigComp 2.2 es la actualización del Marco Europeo de Competencias Digitales para la Ciudadanía (2022). DigComp 2.2 se ha convertido en la herramienta, a escala de la Unión Europea, encaminada a mejorar la competencia digital de la ciudadanía, ayudar a los responsables políticos a formular políticas que apoyen el desarrollo de la competencia digital y planificar iniciativas de educación y formación para mejorar las competencias digitales de grupos específicos (https://somos-digital.org/wp-content/uploads/2022/04/digcomp2.2_castellano.pdf).

La LOMLOE 3/2020 de 29 de diciembre para la etapa de infantil propone, en su Área 2 de Descubrimiento y Exploración del Entorno, la competencia específica desarrollar, de manera progresiva, las destrezas del pensamiento computacional a través de procesos de observación y manipulación de objetos para iniciarse en la interpretación del entorno y responder de forma creativa a las situaciones y retos que se plantean. Además de buscar ese objetivo, también fija el criterio de evaluación para comprobarlo. Lo enuncia comprobando si el niño es capaz de programar secuencias de acciones o instrucciones para la resolución de tareas analógicas y digitales, desarrollando habilidades básicas de pensamiento computacional (https://intef.es/wp-content/uploads/2022/12/Pensamiento_computacional_programacion%CC%81n_robo%CC%81tica.pdf).

Aunque en los escenarios internacionales y nacionales se esté legislando sobre el acceso al *hardware* del pensamiento computacional de manera inclusiva, puede que este objetivo, todavía, no esté asegurado plenamente. Para que este posible desencadenante de riesgo social sea superado, es imprescindible que el maestro innovador sea la persona que facilite al grupo clase el conjunto de robots que vaya a ser utilizado en la docencia. Esto

quiere decir que habrá que prestar atención a que los centros educativos no exijan a su alumnado la adquisición de robots de forma individual, sino que este material se facilite, íntegramente, por la dirección académica del centro educativo.

El maestro de Infantil, colocando al niño en el centro de la actividad formativa diaria, ha de sopesar la utilidad real de cada robot para la tarea que quiere desarrollar. Con esta idea clara solo ha de adquirir el robot que necesite para la tarea precisa huyendo de almacenar artefactos innecesarios. Usar el robot exacto en el momento preciso aumenta la motivación del estudiante (Montes Martínez, 2022). Almacenar robots no utilizados abruma al niño de Educación Infantil y le hace perder el interés por su utilidad mermando su motivación.

4. Tercer desencadenante de riesgo social: uso erróneo de un robot

El uso de un robot en Educación Infantil, intrínsecamente, no supone ni un error ni un acierto. Las ventajas e inconvenientes de su uso en esta etapa educativa dependen, exclusivamente, de su instrumentalización en la actividad formativa del aula. Esto quiere decir que la robótica, en sí misma, no puede considerarse, sin más, una metodología promotora del aprendizaje. Para que la robótica tenga una adecuada utilidad en Educación Infantil, tiene que estar acompañada de una intencionalidad pedagógica otorgada al robot, la mediación del educador y la adecuación al desarrollo cognitivo que se busca alcanzar con los niños a través de la didáctica desplegada.

Cuando la metodología desplegada no garantiza estos tres elementos, el uso del robot puede convertirse en un factor desencadenante de riesgo social originando: prácticas superficiales, prácticas descontextualizadas o prácticas centradas, exclusivamente, en la propia tecnología. Es decir, un mero activismo sin base ni objetivo instructivo.

Este factor desencadenante de riesgo social encontró, hace una década, en el proyecto «Kids Media Lab» (Miranda-Pinto y

Osório, 2015) un posible factor de protección frente a las debilidades del pensamiento computacional utilizado en Educación Infantil. Este factor de protección fue el resultado del estudio de las potencialidades y debilidades de cada uno de los robots utilizados en la escuela y concluyó enunciando que debe sopesarse, cuidadosamente, las potencialidades de cada robot en Educación Infantil para encontrar la idoneidad de su uso en esta etapa formativa (Miranda-Pinto et al., 2017b).

Esta conclusión evidencia, sin paliativos, que la mera presencia del robot en el aula de Educación Infantil no garantiza la calidad educativa de la instrucción. Es más, el uso incorrecto de la robótica puede encontrarse tanto en una elección inadecuada del recurso como en una serie de prácticas pedagógicas inadecuadas. Cuando en el aula de Educación Infantil se selecciona de manera errónea un robot o se realiza una práctica formativa no adecuada, alguno de los robots pasa a convertirse en un mero juguete sin las funcionalidades necesarias para el aprendizaje de la robótica (Miranda-Pinto et al., 2017a), exigiendo el refuerzo de dotar de un enfoque crítico a la integración de la robótica en el aula de infantil.

Seguidamente se va a mostrar el uso adecuado e inadecuado para integrar en el aula de infantil de cinco robots muy utilizados en esta etapa formativa. Los nombres de los robots son Bee-Bot, Blue-Bot, KIBO, Cubetto y Mouse.

Bee-Bot

Su uso adecuado consiste en la exploración intencionada de sus posibilidades para el desarrollo del pensamiento computacional inicial. Este robot permite trabajar conceptos como la orientación espacial, la secuenciación, la anticipación de acciones.

Bee-Bot se describe como un recurso que permite «desarrollar diversas actividades de orientación espacial ... con flechas indicativas y avisos sonoros» (Miranda-Pinto et al., 2017a, p. 6). Bee-Bot, cuando se integra en actividades contextualizadas como, por ejemplo, recorridos asociados a historias, juegos de resolución de problemas o retos colaborativos, promueve un aprendizaje significativo además de permitir al niño experimentar, equi-

vocarse, corregir y reconstruir su pensamiento. No obstante, este robot no siempre se usa adecuadamente. Si alguna vez Bee-Bot se utiliza de forma mecánica y repetitiva, sin objetivos pedagógicos claros, limitando su uso a que los niños aprieten botones sin comprender la lógica subyacente o sea utilizado en actividades no contextualizadas ni pertenecientes a diversas áreas de conocimiento, Bee-Bot se convierte en un simple juguete vaciado de potencial educativo.

Blue-Bot

Es una evolución del robot Bee-Bot. Su uso adecuado conlleva una amplificación de sus posibilidades pedagógicas. Esto se consigue introduciendo una mayor complejidad en las secuencias de programación y la integración de actividades de naturaleza colaborativa. Su potencialidad máxima se encuentra en que permite profundizar en conceptos de programación y estimular el razonamiento lógico de forma progresiva.

Para realizar estas tareas utiliza la tableta, otras formas de programación y las alfombras virtuales.

Como en el caso del robot Bee-Bot, también Blue-Bot puede tener un uso inadecuado. Dicho inadecuado se caracteriza por centrarse en un enfoque excesivo en las funcionalidades tecnológicas, en particular en el uso de aplicaciones asociadas, sin una articulación con experiencias concretas y significativas. Este enfoque puede conducir al tecnocentrismo y menospreciar el papel del niño como constructor activo del conocimiento y limitando el potencial pedagógico del recurso.

KIBO

KIBO constituye un ejemplo especialmente relevante de cómo el uso adecuado de un robot puede potenciar un aprendizaje profundo e integrado. Antes de aprender a programar KIBO, el niño tiene la oportunidad de montarlo integrando los motores, las ruedas y los distintos sensores (de luz, sonido y distancia) siguiendo un enfoque constructivista.

Este robot tiene dos ventajas añadidas. Por un lado, ha sido diseñado específicamente para niños de Educación Infantil. Por otro lado, KIBO tiene la ventaja de que se programa con bloques tangibles (Pinto y Fernandes, 2022), lo que facilita liberar al niño del uso de pantallas.

El uso adecuado de KIBO se basa en un enfoque constructivista. En este enfoque, los niños construyen, programan y dan sentido a sus creaciones integrando diferentes áreas del conocimiento, como competencias técnicas, artes expresivas, matemáticas y alfabetización (Pinto y Fernandes, 2022).

Por el contrario, el uso inadecuado de Kibo se produce cuando el robot se utiliza únicamente como herramienta demostrativa, controlada por el adulto, o cuando no se explora su dimensión constructiva. En estos casos, los niños asumen un papel pasivo, limitándose a observar o a ejecutar instrucciones, dos hechos que contradicen los principios pedagógicos subyacentes en su desarrollo.

KIBO es particularmente eficaz cuando se inserta en proyectos interdisciplinares como la creación de historias o la resolución de retos contextualizados.

Cubetto

Su uso correcto (Miranda-Pinto et al., 2017a, p. 10) se centra en introducir al niño de Educación Infantil en la programación tangible mediante un enfoque narrativo y exploratorio.

El kit del robot Cubetto incluye un tablero de madera con bloques de programación encajables y varios mapas temáticos de tela. El robot integra un módulo *bluetooth* que posibilita la comunicación. Cubetto permite trabajar la secuenciación y el pensamiento lógico sin recurrir a pantallas, siendo particularmente eficaz cuando se integra en actividades que incluyen historias, mapas y retos contextualizados.

La mediación del educador es esencial para orientar la exploración y promover la construcción de significado.

Como ocurre con los anteriores robots, Cubetto también puede usarse de manera incorrecta. Esto ocurre cuando se utiliza de

forma descontextualizada, es decir, sin conexión con narrativas o experiencias significativas. Cuando las actividades se limitan a la ejecución de comandos aislados, sin reflexión ni intencionalidad, el potencial educativo del robot se ve significativamente reducido.

Mouse

Mouse (Miranda-Pinto et al., 2017a, p. 10) ofrece un gran potencial para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento lógico, especialmente a través de recorridos estructurados y retos progresivos.

El kit del robot Mouse incluye placas de plástico que encajan entre sí y permiten construir diversos laberintos por los que el robot recorre diferentes trayectorias. El kit, además de las placas, incluye accesorios como paredes, un queso con imán y tarjetas de acciones para la construcción de algoritmos.

El uso adecuado de Mouse implica la creación de situaciones de aprendizaje en las que se desafía al niño a planificar, probar y ajustar sus soluciones. Estas acciones promueven el razonamiento y la autonomía. También al robot Mouse, como al resto de los robots, puede dársele un uso inadecuado si las actividades diseñadas no se ajustan al nivel de desarrollo de los niños por ser demasiado simples o excesivamente complejas. En ambos casos, la implicación y la motivación de los niños se ve comprometida limitándose sus oportunidades de aprendizaje.

Tras mostrar las ventajas y los inconvenientes de realizar una adecuada o equivocada selección de robots en Educación Infantil, se concluye que uno de los principales riesgos asociados al uso incorrecto de la robótica educativa es el tecnocentrismo. Este riesgo se manifiesta al usar la tecnología como un fin en sí misma, en detrimento de los objetivos educativos y del desarrollo integral del niño.

Otro de los riesgos que la investigación pone de manifiesto es que el aprendizaje con robots debe producirse de forma progresiva y sostenida, ya que los conceptos de programación más complejos pueden trabajarse cuando las actividades avanzan a

un ritmo lúdico, de forma gradual (Miranda Pinto y Fernandes, 2022). Así, el uso puntual, desarticulado o sin continuidad constituye también una forma de uso inadecuado.

El adecuado uso de la robótica puede desempeñar un papel relevante, proporcionando contextos de ABP que sitúan al alumnado ante tareas de contenido curricular mientras aplican conocimientos de matemáticas, física y programación y desarrollan la creatividad, la imaginación, la resolución de problemas y el pensamiento crítico (Ibáñez-Cubillas et al., 2024); sin embargo, un uso inadecuado impide alcanzar estos objetivos.

En resumen, el tercer desencadenante de riesgo social revela que la robótica educativa, a pesar de su elevado potencial, exige un uso pedagógicamente fundamentado. Esto es, un uso adecuado implica intencionalidad, contextualización, mediación y adaptación al desarrollo de los niños, promoviendo un aprendizaje significativo e integrado en su contexto educativo. Por otro lado, el uso inadecuado, caracterizado por prácticas mecánicas, descontextualizadas o puramente tecnológicas, compromete el desarrollo del pensamiento computacional, la creatividad y la participación de los niños, transformando un recurso con un elevado potencial educativo en un factor de riesgo en el contexto de la Educación Infantil.

5. Cuarto desencadenante de riesgo social: carencias formativas del profesorado en robótica educativa

Tras la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en la universidad española, los actuales maestros de Educación Infantil han cursado los grados en Educación Infantil o, incluso, en Educación Primaria. No obstante, junto a estos docentes, teóricamente más innovadores y más conocedores de las TRIC, ejercen su docencia maestros todavía formados por las leyes anteriores de educación (LOGSE, 1990; LOE, 2006; LOMLOE, 2020). Estas leyes otorgaban otros títulos igual de vá-

lidos para desarrollar la actividad docente en la etapa de preescolar o de Educación Infantil.

Con independencia del título que ostenten, casi ninguno de ellos ha recibido formación en pensamiento computacional en su etapa de formación universitaria inicial. Esta falta de formación inicial del profesorado representa un nuevo desencadenante de riesgo social en la formación en robótica de los niños de Educación Infantil. El desencadenante se encuentra en que los maestros que tienen que intruírles en pensamiento computacional carecen de tal formación o, incluso, llegan a tener conocimientos equivocados (Freina et al., 2019).

Si la práctica docente se asentara en la deontología académica, esta situación de carencia formativa obligaría al Ministerio de Educación o a las Consejerías de Educación de las comunidades autónomas que tienen transferidas el área de educación a arbitrar un mecanismo de protección eficaz ante ese desencadenante de riesgo social por disfunción entre las demandas de la sociedad y la formación ofrecida desde las instituciones académicas.

Ante esta falta de protección eficaz hacia los niños, los docentes se ven interpelados a ser ellos los que arbitren ese mecanismo de protección; pero no todos los maestros lo arbitran ni tienen por qué hacerlo. Así, solo los maestros innovadores que lo deciden se forman de manera autónoma o a través de cursos de formación permanente de naturaleza pública o privada en esta tecnología emergente.

Ortuño Meseguer y Serrano (2024) han analizado detenidamente los cursos que los profesores de Educación Primaria reciben sobre pensamiento computacional y robótica. Así, ante la falta de estudios serios para la Educación Infantil, las autoras de este capítulo extrapolan los resultados obtenidos en el estudio de los compañeros a la etapa de Educación Infantil.

Las características que presentan los cursos realizados por los docentes son que la mayoría de las experiencias de formación docente están dirigidas a docentes en ejercicio. La duración de estas experiencias formativas es muy variable. Se desarrollan en la horquilla de menos de tres meses a ocho meses de duración.

Los contenidos desarrollados también son muy variados y van desde la programación en Scratch o ScratchJr a la robótica. En programación se emplean otros recursos como App Inventor. La robótica se aborda con kits Lego Wedo.

En cuanto a la estructura que presentan, la parte formativa suele estructurarse en una parte teórica y una parte práctica a través del trabajo colaborativo, el modelado o andamiaje. Su evaluación tiene en cuenta la resolución de pruebas de conocimientos y de reflexión formativa.

Como se está mostrando, una de las debilidades del acceso de los niños a la robótica se encuentra en la premura y falta de formación especializada con la que se ha puesto en marcha. Este desencadenante de riesgo social tiene un fácil factor protector y no es otro que la formación seria, profunda y sistemática.

Referencias

- Asociación Somos Digital. *DigComp 2.2. Marco de Competencias Digitales para la Ciudadanía*. https://somos-digital.org/wp-content/uploads/2022/04/digcomp2.2_castellano.pdf
- Freina, L., Bottino, R. y Ferlino, L. (2019). Fostering Computational Thinking skills in the Last Years of Primary School. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 101-115. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.304>
- García Fuentes, O. (2022). La robótica educativa y el pensamiento computacional en la primera infancia y el hogar: un estudio en la prensa digital. *Digital Education Review*, (41), 124-139.
- Ibáñez-Cubillas, P., Miranda-Pinto, M. y Pérez-Torregrosa, A. B. (2024). Aprendizaje basado en proyectos con robótica educativa. En P. Gutiérrez-Esteban y P. Ibáñez-Cubillas (Coords.), *Metodologías didácticas en contextos enriquecidos con tecnologías* (pp. 159-174). Ediciones Octaedro. <https://octaedrodig.com/producto/metodologias-didacticas-en-contextos-enriquecidos-con-tecnologias-1-pdf/>
- Junco, E. y Calabrese, C. C. (2025). Metáforas para pensar: formas del conocimiento en María Zambrano. *En-claves del pensamiento*, 19(38), 126-149.

- Mendoza-Hernández, L. E., Alarcón-Acosta, H. y Monroy-González, L. A. (2020). La robótica como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado en el siglo XXI. *Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria n.º 1*, 3(5), 5-11.
- Miranda Pinto, M. S. y Fernandes, M. (2022). Traditional stories and the integration of programming and robotics with the Kibo Robot. *Prisma Social*, (38), 37-76. <https://revistaprismasocial.es/ps/article/view/4782>
- Miranda-Pinto, M. S., Monteiro, A. F. y Osório, A. J. (2017a). Potencialidades e fragilidades de robôs para crianças em idade pré-escolar (3 a 6 anos). *Revista Observatório*, 3(4), 302-330. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p302>
- Miranda-Pinto, M. S., Monteiro, A. F. y Osório, A. J. (2017b). Robôs para crianças em idade pré-escolar (3 a 6 anos). En M. J. Gomes, A. J. Osório y A. L. Valente (Eds.), *X Conferência Internacional de TIC na Educação – Challenges 2017 – Learning in the clouds | Aprender nas nuvens*. Universidade do Minho. Centro de Competência.
- Miranda-Pinto, M. S. y Osório, A. J. (2015). Kids Media Lab: Tecnologias e a Aprendizagem da Programação em Idade Pré-escolar. En M. do R. Rodrigues, M. L. Nistal y M. Figueiredo (Eds.), *XVII Simpósio Internacional de Informática Educativa* (pp. 432-435). Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal.
- Montes Martínez, I. (2022). *Robótica en educación infantil y primaria*. Marcombo.
- Ortuño Meseguer, G. y Serrano, J. L. (2024). Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 255-287. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37572>

La formación profesional dual en Castilla-La Mancha: marco normativo, innovación metodológica y retos emergentes

REMEDIOS RUIZ ALFARO

Escuela Internacional de Doctorado, UNED (EID-UNED)

1. Introducción

En la actualidad, la formación profesional tiene un papel central en las estrategias educativas y económicas de los países europeos. Organismos internacionales como la Comisión Europea y el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP) han subrayado reiteradamente la importancia de reforzar los sistemas de formación profesional como instrumento para alcanzar el crecimiento y el enriquecimiento en la competitividad, la cohesión social y el aprendizaje permanente (CEDEFOP, 2020; Comisión Europea, 2022).

En este contexto, la FP dual emerge como una modalidad que integra de manera estructurada el aprendizaje en el centro educativo y la formación en la empresa, permitiendo una adquisición más significativa de competencias profesionales. Tal y como señala Raelin (2008), el aprendizaje basado en el trabajo constituye un puente efectivo entre el conocimiento teórico y la acción profesional siempre que se articule mediante un diseño pedagógico riguroso.

Castilla-La Mancha presenta características socioeconómicas que hacen especialmente relevante el análisis de la FP dual: un

tejido productivo dominado por pequeñas y medianas empresas, una importante presencia de sectores tradicionales como el agroalimentario y una progresiva incorporación de actividades industriales y tecnológicas. Todo ello configura un escenario idóneo para estudiar el potencial transformador de este modelo formativo dual.

2. Marco teórico: el aprendizaje basado en el trabajo

Desde una perspectiva pedagógica, la formación profesional dual se sustenta en el enfoque del *work-based learning* (WBL), entendido como un modelo de aprendizaje en el que la adquisición de competencias personales y profesionales se produce a través de la participación activa y progresiva del estudiante en contextos reales de trabajo. Este enfoque parte de la premisa de que el aprendizaje es un proceso situado, social y contextualizado en el que la experiencia laboral constituye un recurso pedagógico central y no meramente complementario a la formación escolar.

Billett (2011) subraya que el WBL posibilita el desarrollo integral de la competencia profesional al articular el saber teórico con el saber hacer y el saber ser. En este sentido, el aprendizaje en el puesto de trabajo favorece no solo la adquisición de competencias técnicas específicas, sino también de competencias transversales –personales, sociales, organizativas y éticas– que resultan difíciles de promover exclusivamente en entornos formales de aula.

La interacción con compañeros, profesores, tutores y clientes, así como la exposición a situaciones reales de producción, resolución de problemas y toma de decisiones, contribuyen de manera significativa a la construcción de la identidad profesional del alumnado.

El enfoque del aprendizaje experiencial desarrollado por Rae-lin (2008) complementa esta visión al situar la reflexión sobre la experiencia como un elemento clave del desarrollo profesional.

Según este autor, la experiencia por sí sola no garantiza el aprendizaje; es necesaria una reflexión sistemática que permita al estudiante interpretar, conceptualizar y transferir lo aprendido a nuevas situaciones.

En el marco de la FP dual, esta reflexión debe ser intencionalmente promovida y guiada, tanto desde el centro educativo como desde la empresa, mediante estrategias como tutorías, diarios de aprendizaje, proyectos de investigación, análisis de casos o evaluación formativa de las prácticas profesionales.

En este contexto, la tutorización compartida adquiere un papel central. La coordinación entre el profesorado del centro educativo y los tutores de empresa resulta esencial para asegurar la coherencia pedagógica del proceso formativo. Ambos agentes actúan como mediadores del aprendizaje facilitando la conexión entre los contenidos curriculares, las experiencias laborales y los resultados de aprendizaje previstos. Un sistema de tutorización eficaz permite orientar al alumnado, ofrecer retroalimentación continua y garantizar que las actividades desarrolladas en la empresa tengan un claro valor formativo.

La literatura especializada coincide en señalar que la calidad del *work-based learning* depende en gran medida del diseño curricular y de la alineación entre los resultados de aprendizaje (RRA), las actividades formativas en la empresa y los mecanismos de evaluación. CEDEFOP (2023) enfatiza la necesidad de una planificación curricular integrada en la que las tareas desempeñadas por el estudiante en el entorno laboral estén directamente vinculadas a las competencias profesionales definidas en el currículo oficial. Esta alineación contribuye a evitar una concepción instrumental de la FP dual centrada únicamente en la productividad y refuerza su carácter educativo.

Asimismo, la evaluación de las competencias adquiridas en contextos de trabajo constituye uno de los principales retos del WBL. Evaluar en la FP dual implica superar enfoques tradicionales basados exclusivamente en pruebas teóricas incorporando métodos auténticos de evaluación, como la observación sistemática, la recopilación de evidencias de desempeño, los portafolios competenciales y la coevaluación entre tutores. Estos procedi-

mientos permiten valorar el aprendizaje en situaciones reales y complejas atendiendo tanto al proceso como al resultado.

3. Implantación y desarrollo de la FP dual en Castilla-La Mancha

El actual desarrollo de la formación profesional dual en España se enmarca en la Ley Orgánica 3/2022, de ordenación e integración de la Formación Profesional, que supone una reforma estructural del sistema de FP y establece un modelo único, integrado y holístico. Esta normativa configura la modalidad dual como el eje vertebrador del nuevo sistema, superando la tradicional separación entre formación académica y experiencia laboral e impulsando una concepción de la FP orientada al aprendizaje a lo largo de la vida y a la mejora de la empleabilidad.

Este enfoque responde a las demandas de un mercado laboral dinámico caracterizado por la transformación digital, la transición ecológica y la necesidad de actualización continua de competencias.

El Ministerio de Educación y Formación Profesional (2023) subraya que el nuevo modelo de FP dual tiene como objetivo principal elevar la calidad pedagógica de las enseñanzas y mejorar su adecuación a las necesidades reales del mercado de trabajo.

Esta expansión ha permitido diversificar la oferta de FP dual y responder de manera más eficaz a las demandas de cualificación del tejido productivo regional.

La colaboración entre los centros educativos y las empresas constituye un elemento central del modelo de FP dual. Tal como señala CEDEFOP (2020), los sistemas de formación profesional dual más eficaces son aquellos que logran una implicación real y sostenida del tejido productivo no solo en la acogida del alumnado, sino también en el diseño, desarrollo y evaluación de los procesos formativos.

En este sentido, Castilla-La Mancha ha impulsado distintos mecanismos de coordinación, asesoramiento y apoyo institucio-

nal que facilitan la participación empresarial y refuerzan la calidad de la formación impartida.

3. Innovación metodológica en la formación profesional dual

La implantación de la formación profesional dual supone una transformación sustancial de los enfoques metodológicos tradicionales asociados a la enseñanza profesional. Más allá de un modelo organizativo basado en la alternancia entre el centro educativo y la empresa, la FP dual configura un paradigma pedagógico centrado en el aprendizaje situado, experiencial y competencial.

Este enfoque metodológico responde a la necesidad de superar modelos transmisivos y descontextualizados, promoviendo procesos de enseñanza-aprendizaje integrados, relevantes y holísticos con las demandas del sistema productivo y social.

En este contexto, la innovación metodológica adquiere un papel estratégico al permitir articular el currículo en torno a experiencias formativas auténticas, favorecer la transferencia de los aprendizajes y garantizar la coherencia entre los resultados de aprendizaje, los criterios de evaluación y las situaciones reales de trabajo.

La FP dual se apoya, así, en metodologías activas que sitúan al alumnado como protagonista de su propio proceso de aprendizaje, reforzando la adquisición de competencias profesionales, personales y sociales.

3.1. Proyectos formativos integrados centro-empresa

Los proyectos formativos integrados centro-empresa constituyen una de las expresiones más avanzadas de la innovación metodológica en la FP dual. Estos proyectos permiten estructurar el currículo a partir de situaciones reales de trabajo vinculadas directamente a los procesos productivos, organizativos y tecnológicos de las empresas colaboradoras. De este modo, el aprendizaje se

configura como un proceso contextualizado, significativo y orientado a la resolución de problemas profesionales reales.

El diseño de estos proyectos requiere una planificación conjunta entre el profesorado del centro educativo y los tutores de empresa, lo que favorece una alineación efectiva entre los resultados de aprendizaje establecidos en el currículo oficial y las competencias profesionales demandadas por el mercado laboral.

3.2. Aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos (ABR) se consolida como una metodología clave dentro del modelo de FP dual al conectar de manera directa la formación con problemas reales y complejos planteados por las empresas.

A diferencia de enfoques más tradicionales, el ABR sitúa al alumnado ante desafíos profesionales abiertos que requieren la movilización integrada de conocimientos técnicos, de competencias profesionales y transversales y de capacidades de reflexión y toma de decisiones.

Estos retos suelen estar vinculados a necesidades reales del entorno productivo como la mejora de procesos educativos, la optimización de recursos, la implementación de soluciones tecnológicas, la sostenibilidad o la innovación organizativa. El alumnado trabaja de manera colaborativa, bajo la supervisión conjunta del profesorado y de los tutores de empresa, desarrollando soluciones que tienen una aplicación práctica y un impacto real en el contexto empresarial.

Desde el punto de vista competencial, el aprendizaje basado en retos favorece el desarrollo de competencias clave para la empleabilidad, tales como la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo.

CEDEFOP (2023) identifica esta metodología como una de las más prometedoras en el ámbito de la formación profesional dual al contribuir a una mayor implicación del alumnado, una mejora de la motivación y una adaptación más ajustada de la formación a las necesidades cambiantes del mercado laboral.

4. Buenas prácticas apoyadas en inteligencia artificial

La integración de la inteligencia artificial en la FP dual responde a las recomendaciones de la UNESCO (2021) sobre el uso ético y a lo pedagógicamente fundamentado de estas tecnologías.

Entre las buenas prácticas destacan los sistemas de aprendizaje adaptativo, la simulación inteligente de procesos productivos, los asistentes virtuales educativos y el análisis de datos para la evaluación competencial. Estas prácticas se alinean con el marco DigCompEdu para la competencia digital del profesorado (Redecker, 2017).

Asimismo, la Comisión Europea (2020) subraya el valor estratégico del uso de datos y de la IA para anticipar necesidades formativas y orientar las políticas educativas.

Una enseñanza-aprendizaje de calidad en FP dual apoyada en IA y en el aprendizaje autónomo se basa principalmente en:

- Personalización real del aprendizaje significativo.
- Autonomía guiada por el/la tutor/a
- Uso práctico y ético de la tecnología.
- Aprendizaje activo, constructivo y contextualizado.
- Evaluación continua para la mejora.

La tecnología no sustituye al docente, sino que amplía su capacidad para ofrecer una formación más justa, eficaz y adaptada a cada futuro profesional.

Las buenas prácticas que integran la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje autónomo en la formación profesional dual deben orientarse a mejorar la calidad de la educación, la personalización del aprendizaje y la empleabilidad sin perder el enfoque práctico y profesionalizador.

4.1. Personalización del aprendizaje mediante IA

- Uso de plataformas adaptativas que ajustan los contenidos, el ritmo de aprendizaje y la dificultad de adquisición de competencias profesionales según el progreso del alumno/alumna.

- Identificación automática de necesidades de aprendizaje.
- Flexibilidad de actividades y recursos específicos para cada estudiante.
- Aprender a aprender y aprender haciendo.

Buena práctica: itinerarios formativos flexibles basados en estudio de casos, resolución de problemas y diseño de proyectos de investigación reales de desempeño.

4.2. Tutoría inteligente y *feedback* inmediato

- Chatbots educativos o asistentes virtuales que resuelven dudas técnicas fuera del horario lectivo.
- Sistemas de corrección automática con retroalimentación detallada.
- Seguimiento continuo del progreso.

Buena práctica: *feedback* rápido, claro y orientado a la mejora competencial.

4.3. Fomento del aprendizaje autónomo guiado

El aprendizaje autónomo guiado se refiere a la capacidad del alumnado de gestionar de forma progresiva y responsable su propio aprendizaje –estableciendo metas, seleccionando estrategias, monitoreando su progreso y ajustando su enfoque– con el apoyo de tutores y mentores, como guías del aprendizaje.

En FP dual esto implica equilibrar el rol activo del estudiante con un acompañamiento pedagógico que fomente el autoaprendizaje, la reflexión crítica y la adaptación al contexto profesional real.

Este enfoque combina la teoría educativa (centro) con la práctica laboral (empresa), favoreciendo que el estudiante integre ambos entornos de aprendizaje de manera coherente y autónoma.

Componentes clave del aprendizaje autónomo guiado en FP dual

- Autoaprendizaje: planificación, establecimiento de objetivos y autoevaluación continuada. Un aprendizaje basado en la acción-investigación-reacción.
- Ambiente auténtico de aprendizaje: experiencias reales en la empresa que exigen al estudiante resolver problemas y tomar decisiones en contextos auténticos.
- Tutoría activa y *feedback* continuo: tanto el tutor del centro como el tutor de empresa facilitan orientación, retroalimentación y reflexión sobre la práctica.
- Integración teoría-práctica: transferencia de conocimientos desde el aula al puesto de trabajo y viceversa.
- Uso de metodologías activas: aprendizaje basado en proyectos, investigación aplicada, resolución de retos reales y entornos mixtos de aprendizaje.

5. Discusión y retos del futuro

A pesar de los avances, la FP dual en Castilla-La Mancha enfrenta retos significativos: formación holística, ampliar la participación empresarial, garantizar la equidad territorial, reforzar la formación del profesorado y asegurar una implementación ética de la IA.

5.1. Características relevantes del aprendizaje autónomo guiado en la actualidad

- Mayor presencia de periodos formativos en empresa: con la estructura dual generalizada, los/as estudiantes están inmersos en entornos laborales reales desde etapas tempranas del ciclo, lo cual exige habilidades de autogestión y adaptación profesional.
- Planes de formación personalizados: la nueva normativa impulsa planes individualizados que describen resultados de aprendizaje y competencias personales y profesionales que desarrollar en ambos contextos (centro y empresa), incenti-

vando al alumnado a gestionar su autoaprendizaje con el apoyo de el/la tutor/a como guía en su progreso.

- Rol del tutor dual: se vuelve un facilitador del aprendizaje guiando al estudiante en la identificación de sus propias necesidades formativas, en la supervisión del trabajo en empresa y guiando en el análisis sobre la adquisición de competencias, tanto profesionales como personales.
- Diversificación de actores formativos: con programas de apoyo (por ejemplo, tutores/as externos para pymes), se refuerza el aprendizaje significativo y constructivo del estudiante y el trabajo pedagógico del tutor/a de empresa, especialmente en contextos con menor experiencia docente.

5.2 Principales retos actuales

A pesar de los avances, existen retos claros en la implementación del aprendizaje autónomo guiado:

- Dificultad en la implementación de prácticas pedagógicas para autonomía: muchas empresas y centros aún se centran en tareas operativas más que en estrategias educativas que fomenten la autorreflexión y el autoaprendizaje del alumnado.
- Desigual adopción de metodologías activas: la integración formal de metodologías de enseñanza-aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje constructivo o el aprendizaje reflexivo, no está generalizada.
- Capacitación de tutores: muchos tutores empresariales carecen de formación específica en estrategias pedagógicas, así como en el acompañamiento al aprendizaje autónomo del alumnado.
- Evaluación centrada en resultados técnicos: la evaluación de competencias tiende a centrarse en resultados técnicos más que en el desarrollo de la autonomía como competencia transversal.

5.3. Propuestas de futuro para potenciar el aprendizaje autónomo guiado

- Integración formal de metodologías activas y reflexivas. Fomentar explícitamente metodologías que integren:
 - Aprendizaje basado en proyectos y retos reales que interconecten tareas de empresa con objetivos formativos.
 - Portfolios y diarios de aprendizaje donde el estudiante registre evidencias, reflexiones y metas.
 - Técnicas de aprendizaje autónomo que proporcionen recursos cuando el estudiante lo necesite.
- Formación continua para tutores. Capacitar a tutores de empresa y del centro educativo en:
 - Competencias didácticas orientadas al tipo de alumnado de formación profesional.
 - Estrategias de *coaching* educativo y tutoría formativa.
 - Herramientas pedagógicas para trabajar habilidades sociales y personales del alumnado.
 - Técnicas de evaluación formativa centradas en la autonomía de aprendizaje del alumnado y en las competencias transversales.
- Diseño de instrumentos de evaluación integrados. Integrar herramientas de evaluación que valoren tanto competencias técnicas como de autonomía, planificación, autoevaluación, resolución de problemas y toma de decisiones.
- Uso de tecnologías educativas:
 - Plataformas adaptativas que guíen al alumno en rutas de aprendizaje personalizadas.
 - Aplicaciones de seguimiento y *feedback* que conecten estudiante, tutor de empresa y tutor de centro.
 - Proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la IA en entornos teóricos y prácticos.

- Cultura institucional orientada a la autonomía. Promover una cultura educativa en centros y empresas que valore explícitamente el desarrollo de la autonomía y de la motivación como objetivo pedagógico.
- Investigación e innovación práctica. Realizar proyectos de acción-investigación-reacción para evaluar y sistematizar prácticas efectivas de aprendizaje autónomo en contextos duales.

El aprendizaje autónomo guiado en FP dual representa un enfoque pedagógico con gran potencial para la transición efectiva del estudiante al mundo profesional. Su éxito depende de la complementariedad entre experiencias en empresa y estrategias educativas que favorezcan el autoaprendizaje, la reflexión crítica y la integración de saberes. La evolución normativa, junto con prácticas innovadoras tanto en centros como en empresas, será clave para consolidar un modelo dual de excelencia educativa.

Buena práctica: enseñar a aprender, no solo a ejecutar tareas.

5.4. Simuladores y entornos virtuales con IA

Los simuladores y entornos virtuales impulsados por inteligencia artificial están transformando el proceso de aprendizaje y de adquisición de competencias. Gracias a estas tecnologías, hoy es posible recrear procesos industriales, sanitarios, administrativos o tecnológicos con un alto nivel de realismo, permitiendo entrenar en contextos que imitan fielmente la realidad operativa.

La IA permite analizar el desempeño de cada participante y/o ajustar automáticamente el nivel de dificultad de aprendizaje, ofreciendo retos personalizados según el progreso y las habilidades demostradas.

La gran ventaja de este enfoque es que promueve una buena práctica no solo para aprender haciendo, sino también para aprender a aprender y aprender a hacer. Se trata de una formación más activa, autónoma, enriquecedora, efectiva y motivadora donde la experiencia se construye a través de la acción, la retroalimentación constante y la mejora continua.

Los entornos virtuales con inteligencia artificial están redefiniendo la forma en que aprendemos, entrenamos y resolvemos problemas. Estos espacios digitales recrean situaciones reales o simuladas con alto nivel de detalle, permitiendo interactuar, tomar decisiones y experimentar consecuencias dentro de un entorno controlado.

Gracias a la IA, estos entornos no son estáticos: se adaptan tanto al profesorado como al alumnado, lo cual les permite analizar el comportamiento, identificar las fortalezas y las debilidades, así como ajustar la experiencia en tiempo real. Esto hace posible que cada alumno/a avance a su propio ritmo a través de un aprendizaje autónomo, con las directrices del docente, alcanzando desafíos alineados a su nivel de conocimiento y desempeño.

6. Conclusiones

La FP dual representa una oportunidad estratégica para Castilla-La Mancha siempre que se consolide un modelo pedagógicamente sólido, innovador y alineado con las recomendaciones europeas.

La integración de metodologías activas y de la inteligencia artificial, bajo principios éticos claros, puede contribuir decisivamente a mejorar la empleabilidad y el desarrollo personal y profesional del alumnado.

La calidad del modelo de enseñanza-aprendizaje en la FP dual depende de la coherencia entre el centro educativo y la empresa, de la profesionalidad de la tutorización y del equipo docente, del diseño pedagógico, de la aplicación didáctica y de la implicación real de todos los agentes en un proyecto formativo compartido.

Referencias

- Billett, S. (2011). *Vocational education: Purposes, traditions and prospects*. Springer.
- CEDEFOP (2020). *Vocational education and training in Europe 1995–2035*. Publications Office of the European Union.

- CEDEFOP (2023). *The future of vocational education and training in Europe*. Publications Office of the European Union.
- Comisión Europea (2020). *A European strategy for data*.
- Comisión Europea (2022). *European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability*.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. BOE, 78.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2023). *La Formación Profesional en España: Avances y retos del modelo dual*.
- Raelin, J. A. (2008). *Work-based learning: Bridging knowledge and action in the workplace*. Jossey-Bass.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
- UNESCO (2021). *Artificial intelligence in education: Guidance for policy-makers*.

Sobre los coordinadores



El **Dr. José Manuel Sáez López** es profesor titular en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. Su trabajo científico y académico ha sido publicado en 67 revistas. Sus líneas de investigación son la integración de la tecnología educativa, estrategias metodológicas, ludificación y programación en el aula. Es el investigador principal del proyecto «Programación creativa en educación primaria» (PID2022-136442OB-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España, en el cual está encuadrado el *Codificación, robótica educativa y tecnologías emergentes en la Enseñanza Elemental*, que versa sobre el uso de las tecnologías educativas en el aula. ORCID: 0000-0001-5938-1547.



El **Dr. Esteban Vázquez-Cano** es catedrático de Didáctica y Organización Escolar en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. Dirige el grupo de investigación RADTE y coordina el grupo de innovación docente MAPE-TIC. Doctor en Educación, desarrolla una trayectoria investigadora centrada en la tecnología educativa,

el aprendizaje móvil y ubicuo, los entornos virtuales de aprendizaje y los modelos personalizados y adaptativos mediados por tecnologías emergentes. Ha participado en proyectos nacionales e internacionales y cuenta con una amplia producción científica de impacto en educación digital. Figura entre el 2 % de investigadores más citados del mundo en el ámbito de la educación según la clasificación de la Universidad de Stanford. ORCID: 0000-0002-6694-7948.

Índice

Prólogo.....	9
1. Robótica educativa y aprendizaje automático en la formación docente	13
1. Introducción.....	13
1.1. El construccionismo de Papert y los micromundos ..	14
1.2. La robótica educativa, la programación por bloques y el <i>machine learning</i> como estrategias para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Primaria.....	15
2. Propuesta práctica	18
2.1. Sesión 1: razonamiento condicional y programación basada en sensores	19
2.2. Sesión 2: fundamentos de robótica educativa con el kit Maqueen	20
3. Reflexiones sobre la integración tecnológica	21
Referencias	22
2. <i>Vibe coding</i> e inteligencia artificial para el diseño de herramientas digitales personalizadas y escalables.....	25
1. Introducción.....	25
2. Marco conceptual: inteligencia artificial generativa y <i>vibe coding</i> en educación	26
2.1. Evolución de la programación asistida por IA	26
2.2. El concepto de <i>vibe coding</i> y su potencial educativo ..	27

2.3. Democratización del desarrollo de herramientas educativas	28
3. Contexto educativo, necesidad pedagógica y diseño de la herramienta	28
3.1. Contexto educativo y necesidad pedagógica en la asignatura	28
3.2. Principios pedagógicos de diseño de SEITEL-UNED.	29
3.3. Metodología de desarrollo mediante <i>vibe coding</i>	30
3.4. Arquitectura tecnológica y banco de preguntas.	31
4. Funcionamiento de SEITEL y potencial pedagógico de la herramienta	32
4.1. Modalidades de práctica y simulación de examen	32
4.2. Sistema de retroalimentación automática.	33
4.3. Informe de resultados y seguimiento del aprendizaje.	34
4.4. Aprendizaje autónomo y preparación para el examen	34
5. Transferibilidad del modelo a otras asignaturas y contextos educativos	35
6. Conclusiones	36
Referencias	36
3. Pensamiento computacional como experiencia pedagógica: el modelo E3C en la formación inicial del profesorado	39
1. Introducción.	39
2. Pensamiento computacional como experiencia formativa: aportaciones recientes desde la investigación educativa	40
3. El modelo E3C: un enfoque experiencial para el desarrollo del pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado	42
3.1. Principios pedagógicos del modelo E3C.	43
3.2. Fase 1. Experiencia: activación del desafío cognitivo	45
3.3. Fase 2. Creatividad: representación y exploración del problema.	45
3.4. Fase 3. Cognición: estructuración del pensamiento computacional	46
3.5. Fase 4. Conexión: transferencia a la práctica docente	46

4. Aplicación del modelo E3C mediante videojuegos clásicos: un caso paradigmático	47
4.1. Activación experiencial (experiencia): el videojuego como desafío cognitivo inicial	47
4.2. Representación creativa del sistema (creatividad): pensar el juego sin código	48
4.3. Estructuración cognitiva (cognición): de la intuición a la lógica computacional	49
4.4. Conexión pedagógica (conexión) y proyección profesional del pensamiento computacional	50
5. Discusión y aportación del modelo E3C a la formación inicial del profesorado	50
Referencias	51
4. Innovación pedagógica y comprensión interdisciplinar mediante el uso del pensamiento computacional y la robótica con alumnado universitario del título de Magisterio	55
1. Introducción.	55
1.1. Hipótesis 1 (H1). El uso creativo de la codificación a través de la robótica puede aportar actividades dinámicas de enseñanza aprendizaje que propicie el rendimiento académico, desarrollo cognitivo y emocional a juicio de los futuros docentes de Educación Primaria	58
1.2. Hipótesis 2 (H2). Se encuentran diferencias significativas entre los y las futuros docentes de Educación Primaria en relación con las diferencias por género en las actitudes sobre el uso del PC y la RE	60
2. Método.	61
2.1. Sujetos.	62
2.2. Instrumentos.	63
2.3. Procedimiento.	64
2.4. Resultados.	65
Hipótesis 1. El uso creativo de la codificación a través de la robótica puede aportar actividades dinámicas de enseñanza aprendizaje que	

propicie el rendimiento académico, desarrollo cognitivo y emocional a juicio de los y las futuros docentes de Educación Primaria.	65
Hipótesis 2. Se encuentran diferencias significativas entre los y las futuros docentes de Educación Primaria en relación con las diferencias por género en las actitudes sobre el uso del PC y la RE	66
3. Discusión	68
4. Conclusiones	70
Referencias	70
5. Innovar desde la infancia: espacios, materiales y experiencias del aula del futuro en Educación Infantil .	75
1. La infancia en la era digital: nuevos contextos y retos educativos	75
1.1. Entornos digitales en la infancia.	75
1.2. Pensamiento computacional en Educación Infantil . .	76
1.3. Robótica educativa en Educación Infantil.	78
2. Experiencias prácticas del aula del futuro para trabajar la robótica y el pensamiento computacional en Educación Infantil.	79
2.1. El aula del futuro como un espacio compartido.	79
2.2. Aula del futuro propia infantil	82
Distribución del espacio	83
2.3. Prospectiva	85
3. Conclusiones	86
Referencias	87
6. Conociendo la inteligencia artificial a través de la placa micro:bit en Educación Primaria	89
1. Introducción.	89
2. La placa micro:bit. ¿Qué es y para qué sirve?	90
2.1. Características técnicas de la micro:bit v2	90
2.2. ¿Cómo se programa la micro:bit?	92
3. La plataforma CreateAI de Micro:bit. Aprendiendo IA de forma visual	93
3.1. ¿Cómo funciona CreateAI paso a paso?	94

3.2. Tipos de modelos que se pueden crear	95
4. Cómo CreateAI sienta las bases de la IA en Educación	
Primaria	95
4.1. Aprendizaje automático y entrenamiento	96
4.2. Datos, etiquetas y categorías	96
4.3. Confianza, incertidumbre y error	96
4.4. Sesgo y representatividad	97
4.5. IA como herramienta, no como oráculo	97
5. Ejemplos prácticos para el aula de Educación Primaria . . .	97
5.1. Proyecto 1: «Mi micro:bit me conoce» –	
Reconocimiento de gestos personalizados	98
Descripción del proyecto	98
Objetivos de aprendizaje	98
Materiales necesarios.	98
Desarrollo paso a paso	98
Conexiones curriculares	99
Extensión	99
5.2. Proyecto 2: «El guardián del silencio» – Clasificación	
de sonidos en el aula.	100
Descripción del proyecto	100
Objetivos de aprendizaje	100
Materiales necesarios.	101
Desarrollo paso a paso	101
Conexiones curriculares	101
Reflexión ética.	102
5.3. Proyecto 3: «Detector de actividad física» – IA para	
promover la salud.	102
Descripción del proyecto	102
Objetivos de aprendizaje	102
Materiales necesarios.	102
Desarrollo paso a paso	102
Conexiones curriculares	103
5.4. Proyecto 4: «El traductor de gestos» – Comunicación	
accesible con IA.	103
Descripción del proyecto	103
Objetivos de aprendizaje	104
Desarrollo paso a paso	104

Reflexión ética y social	104
Conexiones curriculares	104
6. Consideraciones para el docente	105
7. Conclusiones	106
Referencias	106
Bibliografía	106
Recursos web	107
7. Educando en la industria 4.0. Habilitadores.	109
1. Introducción.	109
1.1. Habilitadores digitales de la industria 4.0.	109
1.2. Educación 4.0	113
3. Habilitadores digitales en el aula	116
3.1. Etapa de alfabetización digital	118
3.1.1. Actividades desconectadas	118
3.1.2. Actividades conectadas	120
3.2. Etapa de uso y exploración	122
3.3. Etapa de aplicación interdisciplinar	123
3.4. Etapa de resolución mediante pensamiento computacional	124
4. Conclusiones	125
Referencias	126
8. Diseño de proyectos con programación por bloques	129
1. Introducción.	129
2. El aprendizaje basado en proyectos en robótica y programación.	130
2.1. Competencias clave desarrolladas mediante proyectos tecnológicos	131
3. Herramientas y entornos de programación por bloques para el desarrollo de proyectos	132
3.1. Entornos educativos de programación visual	133
3.2. Otros entornos no visuales vinculados a la robótica educativa.	135
3.3. Criterios para la selección de herramientas según la etapa	135
4. Dificultades y estrategias de implementación en el aula	137
4.1. Gestión del tiempo y organización del aula	139

Referencias	140
9. Prevención del riesgo en el uso de la robótica en la infancia	143
1. Introducción	143
2. Primer desencadenante de riesgo social: terminología utilizada	144
3. Segundo desencadenante de riesgo social: acceso a robots en la actual escuela inclusiva	145
4. Tercer desencadenante de riesgo social: uso erróneo de un robot	147
Bee-Bot	148
Blue-Bot	149
KIBO	149
Cubetto	150
Mouse	151
5. Cuarto desencadenante de riesgo social: carencias formativas del profesorado en robótica educativa	152
Referencias	154
10. La formación profesional dual en Castilla-La Mancha: marco normativo, innovación metodológica y retos emergentes	157
1. Introducción	157
2. Marco teórico: el aprendizaje basado en el trabajo	158
3. Implantación y desarrollo de la FP dual en Castilla-La Mancha	160
3. Innovación metodológica en la formación profesional dual	161
3.1. Proyectos formativos integrados centro-empresa	161
3.2. Aprendizaje basado en retos	162
4. Buenas prácticas apoyadas en inteligencia artificial	163
4.1. Personalización del aprendizaje mediante IA	163
4.2. Tutoría inteligente y <i>feedback</i> inmediato	164
4.3. Fomento del aprendizaje autónomo guiado	164
Componentes clave del aprendizaje autónomo guiado en FP dual	165
5. Discusión y retos del futuro	165

5.1. Características relevantes del aprendizaje autónomo guiado en la actualidad.	165
5.2 Principales retos actuales	166
5.3. Propuestas de futuro para potenciar el aprendizaje autónomo guiado	167
5.4. Simuladores y entornos virtuales con IA.	168
6. Conclusiones	169
Referencias	169
Sobre los coordinadores	171

Aprendizajes conectados

Robótica, pensamiento computacional
e inteligencia artificial

Aprendizajes conectados: Robótica, pensamiento computacional e inteligencia artificial ofrece una aproximación clara, actual y aplicada a algunas de las transformaciones más relevantes de la educación contemporánea. La obra reúne diez capítulos que conectan investigación, innovación docente y experiencias de aula en torno a tres ejes fundamentales: la robótica educativa, el pensamiento computacional y la inteligencia artificial.

Desde una perspectiva pedagógica, el libro muestra que las tecnologías emergentes no deben entenderse como simples recursos instrumentales, sino como oportunidades para repensar la enseñanza, favorecer metodologías activas y desarrollar nuevas formas de aprender. Sus capítulos abordan propuestas para la formación inicial del profesorado, la Educación Infantil, la Educación Primaria, la Educación Superior y la Formación Profesional, mostrando un recorrido amplio y coherente por distintos contextos educativos.

El lector encontrará experiencias con robótica, programación con bloques, placas micro:bit, aprendizaje automático, inteligencia artificial generativa y diseño de herramientas digitales personalizadas. También se incluyen reflexiones necesarias sobre la prevención de riesgos, el uso responsable de la tecnología y la importancia de una alfabetización digital crítica desde edades tempranas.

Con un lenguaje accesible y una orientación práctica, esta obra invita a docentes, investigadores, estudiantes de educación y responsables educativos a comprender cómo la tecnología puede contribuir al desarrollo de la creatividad, la resolución de problemas, la autonomía, el pensamiento lógico y la competencia digital. Su principal aportación reside en mostrar que innovar no consiste únicamente en incorporar dispositivos o aplicaciones, sino en diseñar experiencias educativas significativas, críticas y transferibles.

Lejos de una visión tecnocéntrica, el libro defiende una integración educativa fundamentada, inclusiva y consciente, en la que la innovación tecnológica esté siempre al servicio del aprendizaje, de la equidad y del desarrollo integral del alumnado en una escuela abierta, conectada y preparada para los desafíos sociales, culturales y profesionales del siglo XXI.