

JOSÉ MANUEL SÁEZ LÓPEZ
FILIPA MARTINS BAPTISTA LÃ
(COORDINADORES)

CODIFICACIÓN, ROBÓTICA EDUCATIVA Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA ENSEÑANZA ELEMENTAL



DYKINSON EBOOK

**CODIFICACIÓN, ROBÓTICA EDUCATIVA Y
TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA
ENSEÑANZA ELEMENTAL**

JOSÉ MANUEL SÁEZ LÓPEZ
FILIPA MARTINS BAPTISTA LÃ
(Coordinadores)

 *Dykinson, S.L.*

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal). Dirijase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

© Copyright by los autores
Madrid, 2025

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 979-13-7006-379-5

DOI: <https://doi.org/10.14679/4204>

Preimpresión:
New Garamond Diseño y Maquetación, S.L.

TABLA DE CONTENIDOS

SOBRE LOS COORDINADORES.....	7
PRÓLOGO	9
EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ERA DIGITAL: INTEGRANDO ÁREAS CURRICULARES PARA UN APRENDIZAJE INNOVADOR	14
<i>Isabel Ortega-Sánchez, Yolanda Márquez-Domínguez, María del Carmen Rodríguez-Jiménez y Olga María Alegre de la Rosa</i>	
ROBÓTICA EN MOVIMIENTO: ACTIVIDADES PRÁCTICAS PARA LA EDUCACIÓN INFANTIL	45
<i>M^a Ángeles Pascual Sevillano y Susana Sánchez Castro</i>	
ROBÓTICA EDUCATIVA, CAMBIO METODOLÓGICO PARA EL TRABAJO EN EL AULA	78
<i>Rogelio Buceta Otero y María del Pilar Quicios García</i>	
ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN INFANTIL	96
<i>José Manuel Sáez López y M^a Raquel Picornell Buendía</i>	
INICIACIÓN A LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDADES TEMPRANAS	112
<i>Mayca Villén de Arribas</i>	
PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS, ROBÓTICA Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN CENTROS INNOVADORES EDUCATIVOS.....	124
<i>Óscar Gómez Jiménez y Javier Rodríguez Torrez</i>	
EXPLORANDO EL MUNDO DIGITAL: LA PROGRAMACIÓN Y LA ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN ELEMENTAL.....	141
<i>Elio San Cristóbal Ruiz y Clara María Pérez Molina</i>	
CODIFICANDO PLACAS PROGRAMABLES (MICRO:BIT Y MAKEYMAKEY) DE MANERA TRANSVERSAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA	157
<i>Sebastián de Lara García-Cervigón</i>	

**ANÁLISIS DEL IMPACTO EDUCATIVO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS
A PARTIR DE LAS EVALUACIONES EDUCATIVAS INTERNACIONALES.....171**

Luis Pires Jiménez y María-Jesús Gallego-Losada

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL: TRANSFORMANDO LA ENSEÑANZA Y
APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN.....192**

Agustín Lagunes Domínguez y Joaquín Paredes Labra

**TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA CONSTRUIR UNA CIUDADANÍA
DIGITAL RESPONSABLE.....204**

María del Mar Román García y Francisco José Montiel Ruiz

CHATBOT COMO RECURSO DIDÁCTICO221

Beatriz Chaves Yuste y Juana María Anguita Acero

**CANTAR DURANTE LA PUBERTAD: APRENDIZAJE PARTICIPATIVO Y
ESTRUCTURADO CON APLICACIONES MÓBILES239**

Inês Constança de Brito y Filipa M. B. Lã

**REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE PATRIMONIO: EL
CASO DE LA CAPILLA SIXTINA263**

Pedro César Mellado Moreno y César Bernal Bravo

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 62 revistas revisadas por pares, 32 de ellas de impacto (13 JCR-Q1, 1 JCR Q4 y 18 Scopus). 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 este libro, “Codificación, robótica educativa y tecnologías emergentes en la Enseñanza Elemental”, que versa sobre el uso de las tecnologías

educativas en el aula. ORCID: orcid.org/0000-0001-5938-1547.

La Dra. Filipa Martins Baptista Lã, es Doctorada en Música y profesora Titular en la



Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. Cuenta con prestigiosas investigaciones relacionadas con la voz y el canto, con dos sexenios de investigación reconocidos y más de 39 publicaciones científicas de impacto. Sus líneas de investigación se enmarcan en la Didáctica de la Música, mayoritariamente enfocados en cuestiones de género y de desarrollo a lo largo de la vida. Es miembro del equipo de investigación del proyecto “Programación creativa en educación primaria” (PID2022-136442OB-I00). ORCID: orcid.org/0000-0001-5560-7406.

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 catorce 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, sobre todo las más tempranas, es decir, infantil y primaria. De un modo particular, se debate la importancia del pensamiento computacional, la inclusión de la robótica y las tecnologías móviles como formas transversales de aprendizaje de los contenidos de diferentes áreas del currículo, teniendo por base los resultados de estudios recientes sobre el Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 de la Unión Europea. En estos trabajos, se subraya la importancia de estas competencias para la transformación digital, lo que refuerza la urgencia de implementar el pensamiento computacional en las aulas de forma efectiva y equitativa.

El primer capítulo, elaborado por Isabel Ortega-Sánchez, docente e investigadora de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en colaboración con profesoras de la Universidad de la Laguna (ULL), Yolanda Márquez-Domínguez, María del Carmen Rodríguez-Jiménez y Olga María Alegre de la Rosa, presenta los resultados de una revisión sistemática sobre el pensamiento computacional en las áreas curriculares de la educación primaria. Los conceptos de codificación por bloques, motores de juegos, aprendizaje automático y robótica, son analizados, así como las intervenciones educativas, metodologías y recursos empleados en las aulas desde infantil hasta secundaria. También se examina el impacto de estas prácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el desarrollo de nuevas habilidades y competencias, y en las posibles diferencias de género.

En el segundo capítulo, María Ángeles Pascual Sevillano y Susana Sánchez Castro, ambas docentes e investigadoras en la Universidad de Oviedo (UOV), sistematizan los contenidos que pueden ser trabajados con robótica en el aula de Infantil, y desde una perspectiva transversal. Cada actividad está diseñada no solo para presentar la robótica, sino también para desarrollar habilidades fundamentales en infantil, como, por ejemplo, la resolución de problemas, la colaboración y la expresión emocional. De un modo global, los contenidos de este capítulo tienen por objetivo potenciar el uso de la robótica en el currículo de Educación Infantil para el desarrollo integral del alumnado, y proponer formas de innovar en las estrategias didácticas con un aprendizaje basado en la exploración y el descubrimiento.

En el capítulo tres, Rogelio Buceta Otero (Junta de Andalucía) y María del Pilar Quicios García (UNED) nos ofrecen un recorrido muy interesante por el origen y la evolución de la robótica educativa, ayudándonos a entender cómo ha ido tomando forma hasta convertirse en una herramienta cada vez más presente en nuestras aulas. Más allá de la historia, el capítulo pone el foco en algo fundamental para quienes estamos al frente del aula: el cambio metodológico que puede suponer incorporar la robótica al día a día escolar. No se trata solo de usar robots, sino de transformar la forma en que enseñamos y en que los alumnos aprenden: con más creatividad, participación, resolución de problemas y trabajo en equipo. Para cerrar, los autores hacen una revisión clara de los beneficios que aporta la robótica educativa, tanto para el alumnado —en términos de motivación, desarrollo de habilidades y pensamiento lógico— como para el sistema educativo en general, al abrir nuevas posibilidades didácticas que se ajustan a los retos del siglo XXI.

El cuarto capítulo, escrito por José Manuel Sáez López (profesor titular en la UNED) y María Raquel Picornell Buendía (doctoranda en la EIDUNED), se centra en una cuestión clave para cualquier docente: cómo despertar y mantener la motivación del alumnado a través de estrategias pedagógicas innovadoras. Los autores proponen distintas formas de potenciar el aprendizaje desde el interés y la curiosidad de los niños y niñas. Entre estas estrategias se destacan el aprendizaje basado en proyectos y en retos, el juego guiado, la exploración activa y el descubrimiento. También se incluye el uso de “actividades desenchufadas”, que permiten trabajar conceptos de programación y pensamiento lógico sin necesidad de dispositivos tecnológicos, utilizando solo el cuerpo, el espacio y materiales sencillos. Además, se exploran propuestas que integran la programación con robots y aplicaciones móviles gratuitas, pensadas especialmente para sistemas Android, lo que abre muchas posibilidades para docentes que buscan herramientas accesibles y efectivas para sus clases. Este capítulo ofrece ideas concretas y prácticas para quienes buscan hacer del aula un espacio dinámico, creativo y significativo.

En el capítulo cinco, Mayca Villén de Arribas (UNED) nos invita a reflexionar sobre cómo iniciar a los niños y niñas en la robótica educativa desde edades tempranas. A través de un recorrido teórico claro y accesible, se abordan los fundamentos pedagógicos y psicológicos que respaldan su integración en el currículo, siempre con una mirada puesta en el desarrollo del pensamiento computacional. Además, el capítulo ofrece una selección de recursos tecnológicos adecuados para trabajar con los más pequeños, junto con una propuesta concreta de actividades contextualizadas, pensadas para el aula y acompañadas de orientaciones para su evaluación. Se trata de una guía muy útil para quienes buscan incorporar la robótica de forma significativa en su práctica docente, conectando el juego, el descubrimiento y el pensamiento lógico desde los primeros años de escolaridad.

En sintonía con la idea de introducir la programación y la robótica desde edades tempranas, el capítulo seis, escrito por Óscar Gómez Jiménez (Universidad Internacional de Valencia - VIU) y Javier Rodríguez Torrez (Universidad Castilla la Mancha - UCLM), se centra en una temática clave: cómo percibe el profesorado la robótica educativa y el pensamiento computacional. A partir de esta mirada, los autores subrayan una realidad que muchos docentes comparten: la urgencia de contar con una formación sólida y con recursos adecuados para poder integrar estas herramientas de forma real y efectiva en el aula. La investigación parte de una pregunta fundamental: ¿cómo entienden los y las docentes esta relación entre robótica y pensamiento computacional? Comprender esta visión es esencial para identificar qué prácticas pedagógicas están funcionando, qué barreras se están encontrando en el día a día y qué aspectos necesitan más apoyo. Como herramienta didáctica, la robótica tiene un gran potencial para desarrollar el pensamiento lógico, creativo y computacional en el alumnado, pero su impacto real depende en gran medida de cómo los docentes interpretan y utilizan esos recursos tecnológicos. Este análisis no solo permite conocer el impacto percibido en el aprendizaje, sino que también ayuda a detectar qué tipo de formación necesitan los equipos docentes y qué recursos consideran imprescindibles para lograr una integración significativa, intencionada y adaptada a la realidad del aula.

Hacia la mitad del libro, los profesores e investigadores de la UNED, Elio San Cristóbal Ruiz y Clara María Pérez Molina, nos invitan a reflexionar sobre tres pilares clave en la educación primaria: el pensamiento computacional, la programación y la robótica. A lo largo del capítulo, no solo se explican estos conceptos de forma clara y accesible, sino que también se presentan ejemplos prácticos de cómo aplicarlos en el aula. Lo interesante es cómo estos tres elementos se conectan entre sí, ofreciendo a docentes múltiples caminos para trabajar competencias digitales consus estudiantes. Desde actividades sencillas sin dispositivos tecnológicos —

ideales para introducir el pensamiento lógico— hasta experiencias más avanzadas con plataformas robóticas que permiten diseñar y programar robots, las posibilidades son tan amplias como creativas. Los autores destacan la importancia de que la educación elemental proporcione una base sólida en estos temas, no solo para aprender a usar la tecnología, sino para hacerlo de forma crítica, responsable y con un enfoque creativo. La meta es clara: preparar a los niños y niñas para los desafíos y oportunidades que plantea el siglo XXI.

Con un enfoque muy práctico, Sebastián De Lara García-Cervigón, de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM), nos anima a introducir en el aula placas programables accesibles y versátiles como la Micro:Bit o la MakeyMakey. A través de su experiencia, nos muestra cómo estas herramientas pueden convertirse en grandes aliadas para desarrollar proyectos educativos que cruzan distintas áreas del currículo. El autor comparte una gran variedad de propuestas creativas: desde la creación de instrumentos musicales, paneles interactivos, murales, dioramas, lapbooks hasta documentos digitales con interacción. Además, incluye ideas aplicables a asignaturas tan diversas como las ciencias, el arte, la música e incluso la educación física. Al igual que en el capítulo anterior, se presentan ejemplos concretos de proyectos interdisciplinarios con Micro:Bit, que demuestran cómo el juego, la experimentación y la expresión artística pueden ir de la mano con la tecnología. Todo ello enmarcado en una propuesta que busca una experiencia de aprendizaje rica, significativa e integrada en el día a día del aula.

En el capítulo nueve, Luis Pires Jiménez y María-Jesús Gallego-Losada (ambos de la URJC) analizan las diferentes relaciones que se pueden establecer entre los resultados académicos y el uso de las nuevas tecnologías en el aula y en el ámbito personal. Este estudio se basa en los resultados de las principales evaluaciones educativas internacionales de la IEA (PIRLS, TIMSS, ICILS) y de la OCDE (PIS) y tiene como objetivo establecer las relaciones generales entre ambos elementos, así como la situación del sistema educativo español en relación con el resto de los sistemas educativos en el mundo. De un modo más global, los autores pretenden identificar a los colectivos con mayor riesgo de exclusión en la economía y en la sociedad digital por no poseer las habilidades digitales necesarias. Para ello estudian, en primer lugar, los resultados en las pruebas PIRLS y TIMSS en alumnos de 4º de educación primaria. En segundo lugar, analizan la prueba ICILS, especializada en la evaluación de la competencia digital de los estudiantes de 2º de ESO. En tercer lugar, repasan los estudios académicos que analizan el impacto de la tecnología y los recursos digitales en el rendimiento educativo. En el último, ofrecen las principales conclusiones.

En el capítulo nueve, Luis Pires Jiménez y María-Jesús Gallego-Losada, ambos de la URJC, nos invitan a reflexionar sobre la relación entre el uso de las nuevas tecnologías y el rendimiento académico del alumnado, tanto en el entorno escolar como en el personal. Para ello, analizan los resultados de algunas de las evaluaciones educativas internacionales más relevantes —como PIRLS, TIMSS e ICILS de la IEA, y PISA de la OCDE— con el fin de trazar un panorama general de cómo se entrelazan el desempeño académico y las competencias digitales. Además, sitúan el caso español en el contexto global, permitiendo comparar la situación de nuestro sistema educativo con el de otros países. Más allá de los datos, el objetivo de este capítulo pasa por identificar los colectivos que podrían quedar excluidos de la economía y la sociedad digital por carecer de las habilidades tecnológicas necesarias. Para lograrlo, los autores estructuran su análisis en cuatro partes. Primero, estudian los resultados de los alumnos de 4º de primaria en las pruebas PIRLS y TIMSS. Luego, se centran en la ICILS, que evalúa la competencia digital en estudiantes de 2º de ESO. En tercer lugar, hacen un repaso de la literatura académica que explora cómo influye el uso de la tecnología en el rendimiento

educativo. Por último, presentan sus principales conclusiones, poniendo el foco en los desafíos actuales y futuros de la educación en la era digital.

El capítulo diez se adentra en una tecnología educativa que está ganando mucho protagonismo y que es la Inteligencia Artificial (IA). Los autores, Agustín Lagunes Domínguez (Universidad Veracruzana) y Joaquín Paredes Labra (Universidad Autónoma de Madrid - UAM), reflexionan sobre cómo esta potente herramienta puede aplicarse en la educación, especialmente en el área de la programación. En la segunda parte del capítulo, nos presentan un resumen de algunas de las herramientas de IA que ya están disponibles para facilitar la programación. Entre ellas destacan nombres conocidos como ChatGPT, Google Gemini y Perplexity, además de otras diseñadas para ayudar en el desarrollo de software, como GitHub Copilot, Amazon CodeWhisperer, Codiga y CodeT5, entre otros. Para cerrar, los autores abordan los retos y las consideraciones éticas que surgen al utilizar estas tecnologías en el ámbito educativo, invitándonos a reflexionar sobre cómo aprovecharlas de forma responsable y consciente.

Continuando con el tema del uso de la Inteligencia Artificial en la educación, María del Mar Román García (UNED) y Francisco José Montiel Ruiz (UAM) nos invitan a pensar en este capítulo once, en cómo esta tecnología puede ayudar a formar una ciudadanía digital responsable. En su introducción, explican qué significa ser ciudadano digital hoy en día y nos recuerdan que la ciudadanía digital y las tecnologías emergentes no pueden entenderse por separado, sino como dos realidades que se influyen y se transforman mutuamente. Para ello, comienzan con una revisión conceptual del término, exploran sus dimensiones críticas y analizan cómo se relaciona con las habilidades y alfabetizaciones que necesitamos para movernos con seguridad y conciencia en un mundo digital cada vez más complejo. Finalmente, proponen estrategias educativas desde una perspectiva transformadora, buscando no solo que los estudiantes aprendan a usar la tecnología, sino que también se formen como ciudadanos críticos, responsables y comprometidos en la era digital.

Seguimos con la IA en el capítulo doce, Beatriz Chaves Yuste (Universidad Complutense de Madrid - UCM) y Juana María Anguita Acero (Universidad de Castilla-La Mancha - UCLM) nos acercan al mundo de los chatbots y sus enormes posibilidades, especialmente en el ámbito educativo y, más concretamente, en la enseñanza de lenguas extranjeras. Para entender bien su potencial, las autoras nos invitan a reflexionar sobre qué papel juegan los chatbots dentro del amplio universo de la inteligencia artificial y a conocer su evolución desde que aparecieron en el siglo XX. A lo largo del capítulo, vemos cómo estas herramientas están cada vez más presentes en diferentes ámbitos de nuestra vida diaria, y cómo su uso en las aulas puede abrir nuevas puertas para el aprendizaje. Sin embargo, también se subraya que todavía queda mucho por mejorar y que es necesario avanzar en la regulación legal para establecer límites claros que guíen tanto a quienes desarrollan estas tecnologías como a quienes las usan, asegurando un uso responsable y adecuado en distintos contextos.

Retomando el hilo del aprendizaje integral y el papel de las aplicaciones móviles en la enseñanza transversal, el capítulo catorce del libro se adentra en una propuesta innovadora: cómo el canto durante la pubertad puede convertirse en una herramienta de aprendizaje participativo y estructurado, integrando el uso del móvil como recurso para la gamificación de contenidos y para motivar al alumnado. Este capítulo, escrito por Inês Constança de Brito (doctoranda en el EID UNED) y Filipa M. B. Lã (profesora titular en la UNED), parte de una reflexión sobre la importancia de la música y el canto en el desarrollo integral de las personas. Luego se centra en un momento clave del crecimiento: la pubertad, una etapa marcada por

profundos cambios físicos, emocionales y sociales, que puede presentar retos importantes para el bienestar de los adolescentes. Las autoras proponen que el uso del canto guiado por aplicaciones móviles puede ser una forma eficaz de abordar estos desafíos. Esta metodología no solo favorece un desarrollo saludable, sino que también transforma el teléfono móvil —tan presente en la vida de los adolescentes— en una herramienta de aprendizaje activo, más allá del simple entretenimiento. A lo largo del capítulo se presentan ejemplos concretos de apps móviles para el entrenamiento vocal, seleccionadas por su utilidad en distintas actividades clave para desarrollar la voz y la musicalidad. Estas herramientas aprovechan la gamificación y permiten una monitorización autónoma y guiada, tanto dentro como fuera del aula, abriendo nuevas posibilidades para integrar la música en la educación secundaria de forma motivadora y significativa.

El libro cierra con un interesante estudio de caso que sigue en la línea del uso del móvil como herramienta educativa, centrándose esta vez en su aplicación en la enseñanza del patrimonio a través de la realidad virtual. En este capítulo, Pedro César Mellado Moreno y César Bernal Bravo, profesores de la URJC, analizan cómo los modelos tradicionales de difusión educativa del patrimonio están evolucionando hacia formas más inclusivas y accesibles. Esta transformación está siendo impulsada, en gran parte, por la universalización del acceso a dispositivos móviles, especialmente los teléfonos inteligentes, que hoy en día permiten interactuar con elementos patrimoniales de una manera innovadora y significativa. Gracias a esta tecnología, es posible crear artefactos didácticos digitales que pueden integrarse fácilmente en las aulas de la educación obligatoria. Pero su potencial va más allá: el uso habitual del móvil por parte del alumnado facilita la creación de recursos intuitivos, aprovechando sus conocimientos previos sobre el dispositivo para introducirlos en nuevas experiencias de aprendizaje. Los autores destacan cómo esta tecnología no solo mejora la experiencia educativa en el aula, sino que también puede extenderse a contextos informales, como visitas a museos o recorridos por entornos patrimoniales, haciendo del móvil una herramienta versátil para aprender dentro y fuera del aula, y acercar el patrimonio a todos los estudiantes, sin importar sus capacidades o condiciones de acceso.

EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ERA DIGITAL: INTEGRANDO ÁREAS CURRICULARES PARA UN APRENDIZAJE INNOVADOR

Isabel Ortega-Sánchez, UNED

Yolanda Márquez-Domínguez, ULL

María del Carmen Rodríguez-Jiménez, ULL

Olga María Alegre de la Rosa, ULL

1. INTRODUCCIÓN

Dento del marco del proyecto de investigación denominado “Programación creativa en educación primaria. Elaboración de materiales y propuestas para una codificación por bloques, motores de juegos, aprendizaje automático y robótica”. (PID2022-136442OB-I00) Proyectos de Generación de Conocimiento 2022 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España; se presentan en este capítulo los primeros resultados vinculados a la investigación basada en una revisión sistemática sobre el pensamiento computacional, a través de las diferentes áreas curriculares relacionadas con la educación primaria.

Además, se pretende conocer qué usos se están dando de los términos anteriormente indicados, qué intervenciones educativas se están llevando a cabo en la práctica, qué estrategias y metodologías se están utilizando para implementar en las aulas dichos conceptos y los recursos utilizados.

De otra parte, se indagó en el impacto que están teniendo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en la adquisición de nuevas habilidades y competencias, así como las diferencias asociadas al género.

2. EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ERA DIGITAL

El Pensamiento Computacional (PC) ocupa un lugar relevante en la Educación del siglo XXI, ya que más allá del uso adecuado de las tecnologías para aprender es una forma de enseñar a pensar, aprendiendo a resolver problemas desde la lógica, la estructuración y la creatividad.

El pensamiento computacional es una competencia para la resolución de problemas reales dentro de las diferentes áreas curriculares educativas, que conlleva procesos de programación, codificación y la utilización de la robótica.

La definición de aptitudes de solución de problemas varía mucho en función del sistema educativo. Muchos países las perciben en términos de codificación y programación y en el marco de un currículo de informática que incluye pensamiento computacional, uso de algoritmos y automatización. (UNESCO, 2023, p.16)

La evolución de las comunicaciones y la globalización ha influenciado la forma de realizar las tareas, de resolver problemas y la educación, creando la necesidad de desarrollar nuevas habilidades como el pensamiento computacional (Goyes & Viteri, 2022).

En los últimos años, un gran número de países han introducido el pensamiento computacional en el currículo de la educación obligatoria aunque hay una falta de consenso a nivel mundial sobre un marco conceptual y metodológico que lo defina con precisión y que describa sus principales componentes (Adell et al., 2019). Una de las competencias digitales más necesarias actualmente es la adquisición del pensamiento computacional si deseamos adaptarnos a los cambios tecnológicos en la era digital e impulsar la mejora de nuevas habilidades para resolver problemas complejos, pensar de forma crítica y reflexiva, mejorar la motivación, el pensamiento abstracto, la creatividad, la autonomía y el trabajo en equipo.

Los términos programación y pensamiento computacional forman parte del discurso de la vanguardia tecnoeducativa (Bonello & Schapochnik, 2020). La codificación y la programación dentro del pensamiento computacional son herramientas necesarias para realizar el proceso de escribir instrucciones mediante el uso de un lenguaje computacional, como el JavaScript o Scratch. La codificación y la programación son dos herramientas diferentes, pero necesarias entre sí y complementarias.

La UNESCO (2019) nos indica como la codificación se enseña para adquirir las competencias necesarias y desarrollar aplicaciones informáticas, organizando, expresando e intercambiando ideas de nuevas formas. La codificación es un proceso donde se escriben instrucciones en un lenguaje de programación para que un ordenador pueda entenderlas y ejecutarlas. Ortega-Ruipérez (2020) destaca como en la didáctica del pensamiento computacional, a través de la codificación, es importante tener en cuenta que las actividades propuestas estén en función del nivel madurativo y desarrollo cognitivo de los aprendices. La programación es la utilización de la codificación pero planificando la solución, organizando los pasos a seguir, la secuencia lógica, escribirla, probarla y evaluarla. Pero antes de crear las instrucciones, se necesita pensar cómo resolver el problema mediante el pensamiento computacional.

La robótica educativa se utiliza como una herramienta eficaz para el desarrollo del pensamiento computacional en todas las edades, convirtiendo los procesos de enseñanza-aprendizaje de conceptos abstractos y resolución de problemas en experiencias educativas prácticas, motivadoras y lúdicas.

La estrategia más usada para la integración del pensamiento computacional es la robótica educativa (Quiroz-Vallejo et al., 2021) ya que es altamente efectiva para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Ruiz, 2023). La robótica educativa convierte el pensamiento computacional en algo tangible, divertido y educativo. Los estudiantes no solo aprenden a programar, sino a pensar para resolver problemas del mundo real. Debemos tener en cuenta que la robótica en educación

tiene una gran versatilidad para dar respuesta a las diversas necesidades del alumnado presente en las aulas (Lorenzo-Lledó et al., 2024).

Aunque el pensamiento computacional se utiliza en asignaturas concretas es necesario ver su potencial en otras áreas curriculares y valorarlo como motor de desarrollo integral en las personas, comenzando esta formación desde edades tempranas como en educación primaria donde ya forma parte de las competencias curriculares. El pensamiento computacional mejora las habilidades cognitivas, sociales y técnicas, enseña a los estudiantes a dividir el problema, descomponerlo en pequeñas partes, buscar patrones de repetición, centrarse en lo esencial, crear instrucciones, encontrar soluciones, experimentar, adaptarse y utilizarse en todas las áreas curriculares: matemáticas, ciencias, lengua y literatura, arte, música...

La integración del pensamiento computacional en el currículo es incipiente y se necesita más indagación y profundización en la definición, estructura, metodologías, estándares de aprendizaje y evaluación, formación inicial y permanente de los profesores y criterios para integrarla como asignatura (Coronel & Lima, 2020).

El actual modelo de sociedad globalizado y tecnológico genera demandas sociales y en el ámbito académico una formación del alumnado en competencias del siglo XXI (Cortés-Ramos et al., 2023), y nos enfatiza la necesidad de realizar una reflexión de los desafíos para las personas y las sociedades que presenta el aprendizaje de habilidades y competencias relacionadas con la educación STEM y el pensamiento computacional (Buitrago et al., 2022).

En una sociedad cada vez más digitalizada, el pensamiento computacional es una competencia clave en Educación Primaria y en otros niveles educativos. Se observa una tendencia creciente en las escuelas de la introducción del pensamiento algorítmico, también llamado pensamiento computacional (UNESCO, 2019).

El pensamiento computacional fomenta nuevas formas de pensar mediante la lógica y la creatividad para resolver problemas en cualquier contexto de interacción social, educativa o laboral.

El Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, para adaptar el sistema educativo de acuerdo con los objetivos fijados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020-2030, establece las competencias que se deben adquirir y entre ellas nos encontramos la Competencia Digital (CD) que incluye, entre otras formaciones, el pensamiento computacional y también se tiene en cuenta el desarrollo del pensamiento computacional en las siguientes áreas curriculares: Área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural y Área de Matemáticas.

El pensamiento computacional surge ante la necesidad de no solo alfabetizar digitalmente sino responder a la necesidad de crear pensadores críticos capaces de resolver problemas mediante la lógica, la creatividad y la programación.

Es necesario que las personas desarrollemos habilidades innovadoras para la resolución de problemas, el razonamiento crítico y la creatividad para potenciar la innovación. También debemos tener en cuenta los constantes cambios que se producen en el mundo laboral, en la sociedad, a través de las diferentes tecnologías emergentes y de la Inteligencia Artificial (IA). Por lo tanto, hay que preparar a los estudiantes para que puedan adaptarse a las profesiones emergentes en el ámbito laboral, y a las diferentes formas y códigos de comunicación en la sociedad digital, cada vez más automatizada y conectada.

Organismos como la UNESCO (2023, 2019, 2017), la OCDE (2023) y la Unión Europea (2018) reconocen el pensamiento computacional como una competencia digital o capacidad esencial dentro de los sistemas educativos y la actual sociedad.

Se necesita el desarrollo de estudios más experimentales sobre el pensamiento computacional como competencia educativa y la utilización de la robótica en educación primaria para conocer con exactitud las aportaciones innovadoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje, su inserción en las diferentes áreas curriculares, las habilidades cognitivas, sociales, técnicas y competencias que se desarrollan, el tipo de intervenciones educativas más eficaces, las metodologías y recursos que se deben utilizar y la formación previa necesaria para llevarla a la práctica. Caballero-González y García-Valcárcel (2020, p.4) resaltan como “una revisión de la literatura nos muestra la existencia de una limitación en la investigación y desarrollo de proyectos sobre educación robótica y pensamiento computacional en las primeras etapas de formación”.

3. ÁREAS CURRICULARES Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

En el currículo educativo se ha comenzado a integrar el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas, en asignaturas específicas o de manera transversal, sobre todo, la incorporación del pensamiento computacional a través de materias como matemáticas, ciencias y tecnología, asignaturas STEM.

El pensamiento computacional y su integración curricular se debe realizar desde un enfoque no solo STEM si no más interdisciplinar, aunque esto no se realice en todos los países. Sería necesario un enfoque STEAM, uniendo Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. González-Fernández et al. (2021) nos detallan como también la robótica educativa se ha popularizado en la última década, para el aprendizaje activo y la enseñanza interdisciplinaria como matemáticas, ciencia, tecnología y últimamente el desarrollo de la creatividad y arte (STEAM, Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas).

Los procesos de enseñanza-aprendizaje a través del pensamiento computacional se basan en proyectos basados en resolución de problemas reales. Para que el aprendizaje sea más significativo y eficaz, las herramientas digitales utilizadas tienen que ser motivadoras, intuitivas y accesibles y la evaluación debe centrarse en el proceso, no en el producto final.

A nivel internacional, el pensamiento computacional se está integrando de forma transversal en las distintas áreas curriculares, con el objetivo de fomentar habilidades cognitivas y evolucionar hacia modelos educativos experienciales, competenciales e interdisciplinarios. Martínez et al. (2023) describen como la robótica en la Educación Primaria no es solo una herramienta para temas tecnológicos, abre nuevas posibilidades en las distintas áreas del conocimiento para hacerlas más atractivas y accesibles, para motivar y se consolida como un componente esencial para el desarrollo integral de los estudiantes en la era digital.

Así, en el área de Matemáticas es donde más se ha implementado el pensamiento computacional a través de actividades diversas como el razonamiento creativo, la descomposición, comprensión y resolución de problemas, la lógica, la identificación de patrones, la abstracción, la creación de algoritmos, etc. Sáez-López et al. (2019) describen cómo con la integración de la programación y la robótica hay mejoras significativas en el área curricular de matemáticas.

La revisión de la literatura indica que la inclusión de robots en la educación puede generar un impacto positivo en el aprendizaje de las Matemáticas, motivando y desarrollando el trabajo colaborativo y cooperativo (Ruiz, 2023).

En las áreas de Ciencia y Tecnología el pensamiento computacional desarrolla un aprendizaje activo y experiencial, se aplica para diseñar y programar experimentos, analizar los datos, realizar simulaciones, experimentar y construir hipótesis, uso de sensores para medir datos, programación de recorridos geográficos interactivos y simulaciones digitales.

Ferrada y Díaz-Levicoy (2023) destacan como el uso de la robótica y la programación puede ser positivo para adquirir competencias con el objetivo de enfrentar problemas medioambientales, para la sostenibilidad y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En el área Lengua se refuerza la expresión oral y escrita, la adquisición de competencias comunicativas con la utilización también del pensamiento computacional mediante el orden secuencial, la narrativa lógica digital y el análisis gramatical automatizado, creación de historias interactivas y codificación de cuentos digitales.

El pensamiento computacional en áreas como las Artes, la Música o el Diseño se utiliza y se asocia a la creatividad, empleando herramientas digitales para crear obras mediante códigos, patrones visuales o sonoros, secuencias, etc. La integración del pensamiento computacional en la asignatura de Educación Física se realiza, por ejemplo, mediante el análisis de datos sobre la actividad física.

3.1. Intervenciones educativas innovadoras en áreas curriculares

Para que el alumnado adquiera las competencias necesarias para el entorno digital del siglo XXI las intervenciones educativas deben orientarse al desarrollo del pensamiento computacional en las diferentes áreas curriculares. Jiménez-Agudelo (2024) describe como a pesar de los avances internacionales en la integración del

pensamiento computacional en la educación primaria, aún persisten preguntas sobre la efectividad de estas iniciativas. Para que se consiga una educación de calidad estas intervenciones educativas deben ser innovadoras, adaptadas e interdisciplinarias, realizadas en los diferentes contextos formativos: educación formal y no formal.

3.1.1. Proyectos curriculares integrados

En estos proyectos se incluyen al pensamiento computacional como parte obligatoria del currículo escolar, con una estructuración y planificación de la enseñanza, de los objetivos, los contenidos, la metodología y los tipos de evaluación. La integración del pensamiento computacional en las aulas debe ser real y palpable a través de la evaluación del proceso y de la adquisición de habilidades cognitivas, sociales, emocionales y tecnológicas. Hay poca presencia de proyectos de robótica educativa en el currículo de educación primaria y esto dificulta conocer como interviene realmente la robótica en los estudiantes de primaria, ya que la mayoría de los proyectos se desarrollan en educación no formal (Guerrero-Flores, 2023).

3.1.2. Programas extracurriculares

Se realizan actividades extracurriculares fuera del horario lectivo para reforzar o adquirir las competencias digitales mediante talleres de programación y robótica. Un ejemplo educativo es la iniciativa “Hour of Code”, de Code. Org, que ha llegado a millones de estudiantes con actividades lúdicas que introducen la codificación y el pensamiento computacional.

Debemos resaltar la importancia de realizar el aprendizaje del pensamiento computacional en la educación formal sobre todo dado que el tiempo de actividades extracurriculares es menor y no siempre está debidamente diseñado para la adquisición de las competencias digitales necesarias en educación y su inserción en las diferentes áreas curriculares.

3.1.3. Uso de tecnologías educativas emergentes y robótica

A través de la gamificación, la robótica educativa y las plataformas de codificación visual se utilizan como medios para introducir el pensamiento computacional en las aulas. Sánchez-Rivas et al. (2024) resaltan la importancia creciente de la robótica en la educación y el potencial de la gamificación para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

3.1.4. Proyectos interdisciplinarios basados en retos reales en las diferentes áreas curriculares

Para implementar el pensamiento computacional en las diferentes áreas curriculares en las aulas se utilizan metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o el Design Thinking, a través de un aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes resuelven problemas del mundo real con actividades accesibles y significativas, aplicando la lógica y la creatividad.

Los proyectos interdisciplinarios mediante el uso de las tecnologías emergentes y el pensamiento computacional, basados en la resolución de problemas reales, son una forma de aprendizaje innovador ya que integran conocimientos de diferentes áreas curriculares para resolverlos y los procedimientos utilizados por el pensamiento algorítmico.

3.2. Metodologías para la adquisición del pensamiento computacional

Las metodologías que se utilizan para la adquisición del pensamiento computacional deben ser activas, adaptadas y participativas, adecuarse al nivel de desarrollo cognitivo del alumnado, donde el profesor sea un guía y facilitador de los procesos de aprendizaje, fomentando una evaluación formativa centrada en las estrategias y razonamientos, y en el proceso que se lleva a cabo.

3.2.1. Metodología constructivista

La metodología constructivista es relevante para el desarrollo de habilidades cognitivas, desarrollando la participación activa de los estudiantes al construir su propio conocimiento. El estudiante se convierte en protagonista de su propio aprendizaje y el educador se convierte en facilitador, que guía y promueve la experimentación.

La teoría construccionista postula que los niños construyen activamente su intelecto y sus habilidades metacognitivas. La programación visual de bloques permite la experimentación con métodos computacionales que contribuyen a la resolución de problemas, por lo tanto, los enfoques activos se vuelven cada vez más importantes en los procesos educativos, fomentando el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico. (Sáez-López et al., 2021, p.96).

3.2.2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite a los estudiantes resolver problemas reales mediante proyectos interdisciplinarios que requieren de una planificación, diseño, estructuración y evaluación de soluciones, dividiendo el problema en partes.

Moriarty y Fragueiro (2024) detallan como con el aprendizaje basado en proyectos en educación primaria, utilizando la programación de videojuegos, impresión 3D y la robótica permiten desarrollar habilidades interdisciplinarias, desarrollo cognitivo integral y pensamiento lógico computacional.

A nivel internacional, se realizan proyectos en educación primaria a través del aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de capacidades cognitivas, basado también en la metodología pedagógica constructivista (UNESCO, 2017).

3.2.3. Aprendizaje colaborativo y cooperativo

A través del pensamiento computacional se desarrolla la autonomía, pero también el aprendizaje colaborativo ya que se trabaja de forma conjunta para resolver un problema. Se comparte el diseño de algoritmos, la programación, la

construcción y el desarrollo de un robot, compartiendo conocimientos, comunicación, razonamiento lógico y pensamiento crítico-reflexivo.

3.2.4. *Aprendizaje a través del juego (Gamificación)*

Muchas plataformas utilizan para enseñar el pensamiento computacional el aprendizaje a través del juego, la gamificación, con la que se crean contextos de aprendizaje lúdicos, motivadores, innovadores, mediante la superación de niveles y recompensas.

3.2.5. *Aprendizaje basado en el pensamiento, Thinking-Based Learning (TBL)*

Con esta metodología se integra el pensamiento lógico y estructurado, para resolver situaciones complejas mediante estrategias como la toma de decisiones, la formulación de hipótesis o la planificación.

3.2.6. *Clase invertida (Flipped Classroom)*

La clase invertida es una metodología que permite a los estudiantes aprender los contenidos teóricos en casa y resolver los problemas prácticos en el aula. Para la adquisición del pensamiento computacional es útil ya que permite dedicar más hora para poder aprender a programar o utilizar la robótica educativa.

3.2.7. *Pensamiento de Diseño (Design Thinking)*

Esta metodología se vincula con el pensamiento computacional ya que se utiliza en contextos innovadores para diseñar de forma interactiva, definir el problema, idear soluciones, etc.

Barbosa-Quintero y Estupiñán-Ortiz (2023) nos describe el Design Thinking como una metodología activa para la resolución de problemas, orientada a las necesidades del educando como centro del proceso de aprendizaje y adaptada a los desafíos actuales, que mejora la creatividad, la interacción y grado de colaboración entre los educandos. También puede promover la generación de novedosos recursos tecnológicos por parte de los docentes quienes lideran el proceso de cambio y transformación en el aula.

3.2.8. *STEAM*

Con el objetivo de continuar en la mejora permanente de la educación digital, la educación STEM es vista como un proceso participativo que aporta mayor competitividad y productividad a los estudiantes, es así como se decide combinar o agregar también habilidades artísticas y creativas con lo cual nace STEAM (STEM + Artes).

La esencia del STEAM es la integración de contenidos multidisciplinares cuyas competencias pueden desarrollarse en ámbitos como la robótica, el diseño y programación de aplicaciones y juegos, la comunicación y producciones audiovisuales (Ludeña, 2019). La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) es un paso más que la anterior (STEM) ya que esta no incluía la creatividad teniendo en cuenta los conocimientos artísticos, promoviendo un

enfoque integrador e interdisciplinar que utiliza el pensamiento computacional para diseñar soluciones innovadoras y creativas.

3.2.9. Aprendizaje automático (*Machine Learning*)

La sociedad del conocimiento digital demanda la inclusión de las tecnologías emergentes, la Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML) en los diferentes niveles escolares para dinamizar y automatizar los procesos de enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje automático está relacionado directamente con la IA, es un subconjunto de ella, ya que utiliza algoritmos para realizar muchas acciones por cuenta propia, que mejoran automáticamente mediante la experiencia, el uso de datos, aprendiendo de ellos, y tomando decisiones para realizar predicciones.

3.3. Recursos y herramientas digitales

Aunque la incorporación del pensamiento computacional y la robótica educativa avanza, todavía existen desafíos, como la formación docente desigual, la disponibilidad de recursos tecnológicos en todos los centros y la necesidad de desarrollar un enfoque inclusivo que llegue a todo el alumnado. No obstante, también hay oportunidades significativas para transformar la educación y fomentar una ciudadanía más preparada para afrontar los retos del futuro digital.

Para fomentar el pensamiento computacional en el entorno educativo es fundamental disponer de recursos didácticos adecuados y accesibles, adaptados a la edad de los estudiantes, al nivel curricular y a los objetivos de aprendizaje.

3.3.1. Recursos tecnológicos

- Plataformas de programación visual (*por bloques*)

Estas herramientas permiten a los estudiantes iniciarse en la programación sin necesidad de conocer lenguajes complejos, utilizando bloques gráficos: Scratch es una de las más utilizadas para introducir la programación desde Educación Primaria (creación de historias, juegos y animaciones), Blockly, similar a Scratch, desarrollado por Google, Tynker, plataforma de juegos y retos, Code.org, con cursos gratuitos adaptados por niveles, desde infantil hasta secundaria, con actividades gamificadas y guías para profesores (INTEF, 2022).

- Robótica educativa

La introducción de la robótica en la Educación Primaria ha transformado las barreras convencionales de la enseñanza ya que los estudiantes participan activamente en el proceso de aprendizaje (Martínez et al., 2023).

Los kits de robótica permiten a los estudiantes programar físicamente objetos o robots, haciendo tangible el pensamiento computacional a través del diseño, prueba y mejora de soluciones: Bee-Bot, robot de suelo dirigido a educación infantil y primeros ciclos de primaria, Ozobot, pequeño robot que sigue líneas dibujadas con códigos de colores o programado, Lego WeDo/Lego Mindstorms: Kits de

construcción y programación con sensores y motores. Marques y Ryokit (2022, p.5) exponen como “la Robótica Educativa es un método de aprendizaje centrado en la investigación, descubrimiento y construcción de un prototipo como resultado de la adquisición de conocimientos”.

Los robots utilizados en la enseñanza de la programación pueden proporcionar oportunidades interesantes y situaciones de práctica auténticas con retroalimentación, desarrollo del pensamiento lógico, motivación, entusiasmo, compromiso, diversión, participación e interés (Sáez-López et al.,2019).

- Aplicaciones y juegos interactivos

De la variedad de aplicaciones y juegos interactivos destacamos el Lightbot, un juego que introduce programación y pensamiento lógico a través de puzzles, Kodabl, diseñado para estudiantes de infantil y primaria, y ScratchJr para niños de 5 a 7 años.

- Simuladores y entornos de programación online

Se emplea en niveles más avanzados, por ejemplo, App Inventor, Arduino IDE+ TinkerCAD.

3.3.2. Recursos metodológicos y didácticos

Los materiales pedagógicos son muy importantes para que guíen y estructuren los procesos de enseñanza-aprendizaje, como, por ejemplo: Guías didácticas y actividades guiadas disponibles en diferentes plataformas digitales, cuadernos de pensamiento computacional para actividades sin tecnología, como laberintos, algoritmos, juegos de lógica, tarjetas de retos y desafíos.

3.4. Adquisición de nuevas competencias: habilidades cognitivas, sociales y emocionales, técnicas y digitales

El pensamiento computacional y la utilización de la robótica educativa no solo contribuye al aprendizaje de competencias digitales, sino que favorece el desarrollo de un amplio conjunto de competencias clave para el siglo XXI: habilidades cognitivas, sociales, emocionales, técnicas y digitales que permiten a los estudiantes enfrentarse a problemas reales, trabajar de forma colaborativa y cooperativa, ser creativos y adaptarse a los contextos cambiantes de la sociedad actual. González-Fernández et al. (2021) especifican como recientes estudios sobre la robótica educativa tienden a la interdisciplinariedad que beneficia no sólo a las ciencias sino al desarrollo de competencias como la autonomía, la creatividad, el pensamiento crítico y resolución de problemas, etc.

La Unión Europea (2018) detalla cómo las capacidades de resolución de problemas, el pensamiento crítico, la habilidad para cooperar, la creatividad, el pensamiento computacional o la autorregulación, son más esenciales que nunca en nuestra sociedad cambiante.

En la sociedad actual, los continuos cambios sociales, laborales y educativos exigen la adquisición de nuevas habilidades que nos permitan poder adaptarnos a la celeridad y a la resolución de problemas en todos los contextos humanos.

3.4.1. Habilidades cognitivas

A través del pensamiento computacional se desarrollan habilidades cognitivas como la capacidad para la resolución de problemas (descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, algoritmización y evaluación), el pensamiento lógico, y crítico, el razonamiento, la creatividad, la capacidad de abstracción y la toma de decisiones fundamentadas.

Muchos países han desarrollado el pensamiento computacional en la escuela a través de actividades dentro del currículum estimulando la creatividad, la ubicación espacial, la resolución de problemas y los conceptos básicos de programación como parte de la estrategia didáctica de los docentes (de Statzewitch, 2021).

3.4.2. Habilidades sociales y emocionales

El pensamiento computacional también desarrolla habilidades sociales como el trabajo colaborativo y cooperativo, la escucha activa, la negociación, la resolución de conflictos, habilidades comunicativas, gestión de emociones, empatía, asertividad, perseverancia, tolerancia, gestión de la frustración, paciencia, valoración del proceso. La integración de la robótica y la educación STEM crea un entorno propicio para el desarrollo de habilidades sociales y emocionales: resolver problemas del mundo real, aprenden a colaborar, a comunicarse y a respetar las opiniones de los demás, aprenden a manejar emociones, a escuchar activamente y a trabajar de manera colaborativa para alcanzar metas (Hernández Álvarez et al., 2024).

3.4.3. Habilidades técnicas y digitales

El pensamiento computacional está ligado al desarrollo de la Competencia Digital (CD) como una de las competencias claves para el aprendizaje, adquiriendo las habilidades técnicas y digitales necesarias para la creación de programas digitales, realización de aplicaciones o simulaciones, el diseño de algoritmos, la programación, el aprendizaje seguro, ético y responsable de las tecnologías y la utilización adecuada de las tecnologías emergentes: robótica educativa, inteligencia artificial e Internet de las cosas (IoT). Gutiérrez-Aguilar et al. (2024) resaltan como las competencias digitales, vinculadas al pensamiento computacional, son esenciales para formar ciudadanos responsables y estudiantes con las herramientas necesarias para los desafíos del siglo XXI.

3.5. Género y pensamiento computacional

El pensamiento computacional avanza en muchos países, pero siguen existiendo brechas digitales y de género, de acceso a las tecnologías por falta de

recursos o falta de formación especializada, incluso falta de adaptación de los contenidos a los diferentes contextos educativos y culturales.

Para garantizar la equidad en la educación digital es necesario que exista una perspectiva de género que elimine la brecha de género existente en la educación en las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y por lo tanto, en el aprendizaje del pensamiento computacional, la robótica y la programación.

Aunque el pensamiento computacional se está enseñando en etapas tempranas ofreciendo una oportunidad para fomentar la igualdad de género en la formación digital, diversos estudios muestran que persisten estereotipos y desigualdades que afectan a las niñas y a las mujeres.

UNESCO (2024) nos detalla como la educación debe influir en la eliminación de prejuicios e influencias negativas basados en el género en la tecnología, abordando los algoritmos para evitar discriminaciones y fomento de la violencia, desigualdades en el acceso, en la adquisición de competencias digitales en la educación y en la realización de carreras STEM, eliminando las barreras de género, las desigualdades en el diseño, garantizando entornos que propicien que las mujeres y niñas tengan acceso a las tecnologías y se les forme y motive a utilizar las herramientas tecnológicas y digitales.

Ya se enseña el pensamiento computacional en la educación primaria para niños y niñas pero tenemos que prevenir el abandono de asignaturas relacionadas con la informática y la programación en las posteriores etapas educativas, eliminando los estereotipos de género en la utilización de las tecnologías, visibilizando mujeres como referentes de la ciencia y de la tecnología que sirvan de inspiración y motivación, no infravalorando las habilidades de las niñas, empoderándolas y promoviendo actividades significativas con intereses comunes, una orientación académica con metodologías activas e inclusivas, entornos de aprendizaje no competitivos, lenguajes inclusivos y eliminación de roles de género, de sesgos en materiales y tareas, fomentando la reflexión crítica sobre estereotipos tecnológicos desde edades tempranas y promoviendo la formación docente en perspectiva de género y tecnología. Cruz et al. (2025) nos destacan la necesidad de crear ambientes inclusivos y colaborativos en la educación, promoviendo la equidad en el aprendizaje y no fortaleciendo los estereotipos de género.

4. METODOLOGÍA

4.1. Método/diseño

La revisión sistemática que se llevó a cabo en el presente estudio siguió la declaración PRISMA (Urrútia, & Bonfill, 2010).

4.1.1. Preguntas de investigación y dimensiones objetivo

La primera pregunta se relaciona con la dimensión objetivo vinculada al criterio de inclusión A que se muestra en la tabla 1.

¿Qué usos se está dando a la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional en Educación Primaria en las diferentes áreas curriculares?

Las preguntas siguientes se relacionan con las dimensiones objetivo relacionadas con los criterios de inclusión B,C,D,E y F (tabla 1).

¿Qué tipos de intervenciones educativas se realizan a través de la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional en Educación Primaria? ¿Se trabaja interdisciplinariamente?

¿Qué estrategias y metodologías se están utilizando para implementar en las aulas dichos conceptos?

¿Qué recursos de codificación/programación y robótica se están utilizando para la enseñanza-aprendizaje?

¿Cuál es el impacto que tiene el uso a la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional está teniendo en los procesos de enseñanza-aprendizaje?

¿La codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional inciden en las diferencias asociadas al género?

4.1.2. Estrategias de búsqueda

Se realizaron búsquedas en tres bases de datos utilizadas por su relevancia internacional en el ámbito de la educación: Educational Resource Information Center (ERIC), SCOPUS (campo de la Ciencias Sociales) y Web of Science (WoS) Core Collection.

Se seleccionaron específicamente estudios sobre pensamiento computacional, robótica, programación y codificación en educación primaria. Se realizaron búsquedas sistemáticas en cada base de datos utilizando estrategias de búsqueda personalizadas. Los términos se buscaron como palabras clave. Se incluyeron sinónimos adicionales y palabras clave relacionadas, que se derivaron de la literatura. Todos los términos se combinaron utilizando el operador booleano OR y AND, para crear una búsqueda exhaustiva utilizando varias palabras clave. La búsqueda en las tres bases de datos se realizó con los siguientes términos claves, teniendo en cuenta los objetivos y los criterios de inclusión y exclusión definidos con anterioridad.

Los términos clave fueron los siguientes:

#1: "coding" or "programming". AND

#2: robotic* AND

#3: "computational thinking" AND

#4: "elementary education" OR "primary education" OR "elementary school" OR "primary school"

4.1.3. Cribados

Cuando se recopiló toda la información, se identificaron y eliminaron los registros duplicados en cada base de datos y entre las mismas. Se realizaron dos

cribados utilizando los criterios de inclusión y exclusión preestablecidos para la revisión.

Para llevar a cabo los dos cribados se utilizó el programa RAYYAN, que permitió la revisión ciega por varias revisoras de forma simultánea, así como la posterior puesta en común para la discusión de las discrepancias.

El primer cribado a ciegas se realizó por dos revisoras y posteriormente una tercera revisora participó para dirimir discrepancias que puedan surgir. Las dos revisoras examinaron de forma independiente cada referencia por título del artículo, el resumen y las palabras claves de los artículos siguiendo los criterios de inclusión y exclusión. Se revisaron inicialmente un 5% de las referencias para ver el grado de acuerdo de las revisoras a partir de los criterios establecidos y valorar el nivel concordancia adecuado entre las mismas, además de confirmar que los criterios establecidos permitían hacer el cribado de forma alineada. Se evaluaron todas las referencias que cumplieran con los criterios de inclusión.

Se confirmaron los criterios establecidos, sin necesidad de refinarlos. Se adoptó una estrategia conservadora, manteniendo las referencias dudosas para garantizar la inclusión, ante la posibilidad de excluir erróneamente. La tercera revisora aseguró un proceso de evaluación objetiva ayudando con las discrepancias surgidas. Como se muestra en la tabla 1, los artículos se examinaron en función de los siguientes criterios de inclusión y exclusión. Se alcanzó un grado de acuerdo alto entre las revisoras, obteniendo un coeficiente Kappa de concordancia superior a 0,8. En el segundo cribado, dos revisoras examinaron el texto completo de los artículos seleccionando en el primer cribado para asegurarse de que se cumplía con los criterios de inclusión, generales y específicos, y seleccionarlos o eliminarlos como parte del estudio. Los artículos finalmente seleccionados se analizaron para responder al objetivo, dimensiones y preguntas establecidas.

Tabla 1
Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
A. Estudios primarios que analizan el uso de la codificación, la programación, la robótica, y el pensamiento computacional en Educación Primaria	
B. Estudios primarios sobre estos temas en cualquier área curricular en Educación Primaria: B.1. Estudios científicos que integren intervenciones educativas B.2. Estudios que describan las estrategias y metodologías innovadoras utilizadas B.3. Estudios que detallen los recursos de codificación/programación y robótica para los procesos de enseñanza-aprendizaje B.4. Estudios que integren la adquisición de nuevas competencias, habilidades cognitivas, emocionales,	Estudios primarios sobre estos temas en cualquier área curricular pero no en Educación Primaria.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
sociales, técnicas y digitales, que inciden en los procesos de enseñanza-aprendizaje B.5. Estudios que nos permitan valorar la igualdad, el sexismo o la inclusión de género	
C. Estudios primarios a texto completo en código abierto en Internet y/o con acceso a través de la red de bibliotecas	Estudios primarios no publicado en código abierto o cuyo texto no es accesible a través de la red de bibliotecas
D. Estudios empíricos, independientemente del método utilizado (cualitativo, cuantitativo o mixto).	Estudios teóricos, revisiones sistemáticas y estudios bibliométricos, experiencias.
E. Documentos en inglés o español.	Documentos en otros idiomas que no sean inglés o español.
F. Sin limitación temporal	

Fuente. Elaboración propia (2025)

4.1.4. Análisis de datos

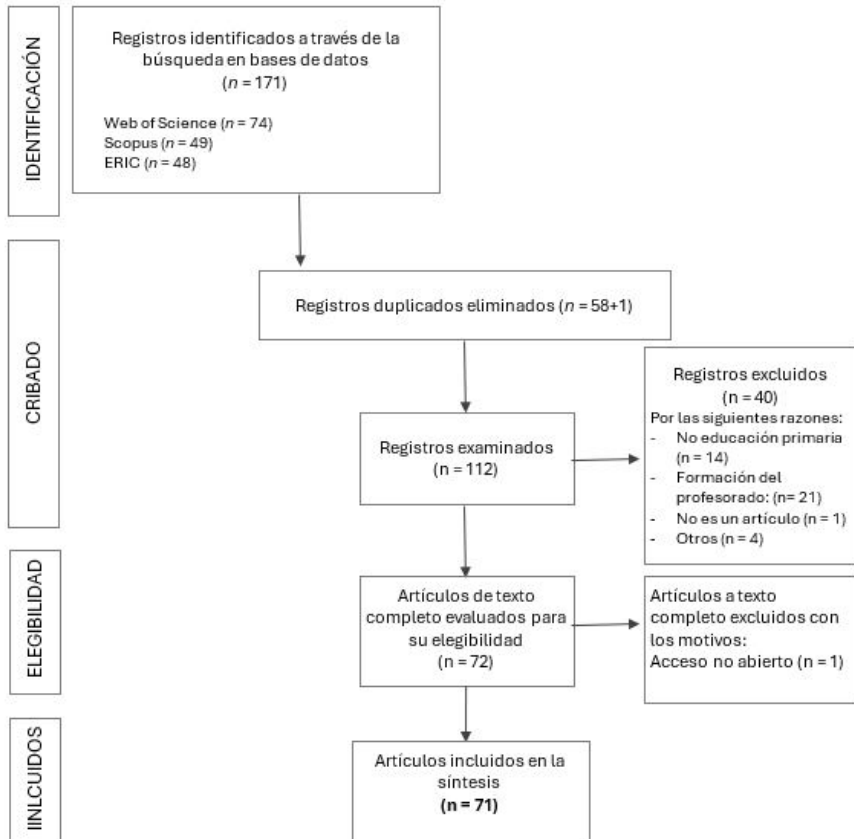
En la primera búsqueda (24/11/2023) se seleccionaron 134 artículos incluidos, excluidos 50 y 84 seleccionados. En la segunda búsqueda (25/02/2024) se encontraron 254 artículos, 171 incluidos, 59 excluidos (duplicados entre bases 58 y duplicados intrabase) y 112 seleccionados.

Tras la exclusión de 41 artículos por la aplicación de criterios de inclusión y exclusión se analizaron en profundidad 71 artículos.

Los resultados generales resumidos de los artículos se informan utilizando el diagrama de flujo de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) (figura 1).

Figura 1

Flujograma. Proceso de búsqueda y selección de documentos



Fuente. Elaboración propia (2025)

Se revisaron el texto completo de todos los artículos que cumplían con los criterios de inclusión. La información relevante se extrajo de los artículos con los resultados cuantitativos y los cualitativos para responder a las preguntas que guían la revisión, referentes al uso que se está dando del pensamiento computacional, la robótica, la programación, la codificación en Educación Primaria, los tipos de intervenciones educativas, las metodologías, las competencias y habilidades desarrolladas, los recursos utilizados, así como las diferencias de género, en las diferentes áreas curriculares.

Se utilizó el programa ATLAS.ti para realizar un análisis cualitativo. Las investigadoras realizaron una base de codificación con descriptores para garantizar el uso adecuado de las etiquetas en el programa y realizar el análisis cualitativo. La construcción de las categorías y las subcategorías se realizó por

parejas de investigadoras teniendo en cuenta las palabras clave de búsqueda, el objetivo y las preguntas de la investigación.

Para realizar la codificación con un grado alto de objetividad y credibilidad se consultó la literatura científica y expertos en la materia y se llegó a un consenso de todas las investigadoras.

La tabla 2 muestra las categorías y subcategorías utilizadas y la codificación para el análisis de los artículos con el programa ATLAS.ti 2025.

4.1.5. Evaluación de la Calidad

La calidad de los estudios incluidos se evaluó de forma independiente por dos revisoras utilizando la lista de verificación de CASP (Critical Appraisal Skills Programme, 2018), para evaluar de forma crítica y exhaustiva la revisión sistemática.

El proceso de búsqueda y selección aplicado a la literatura científica se basó en el sistema de evaluación PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Urrútia & Bonfill, 2010).

Para evitar el sesgo de publicación, hemos incluido en esta revisión los estudios desde el inicio de cada base de datos utilizada, hasta el año 2024. Esta revisión incluye todo tipo de estudios: experimentales, cuasiexperimentales, cualitativos y cuantitativos, etc., centrados en el pensamiento computacional en las diferentes áreas curriculares en Educación primaria.

Con el fin de ofrecer transparencia en la estrategia de búsqueda, cribado y análisis de datos realizamos el flujograma de la Figura 2.

Tabla 2

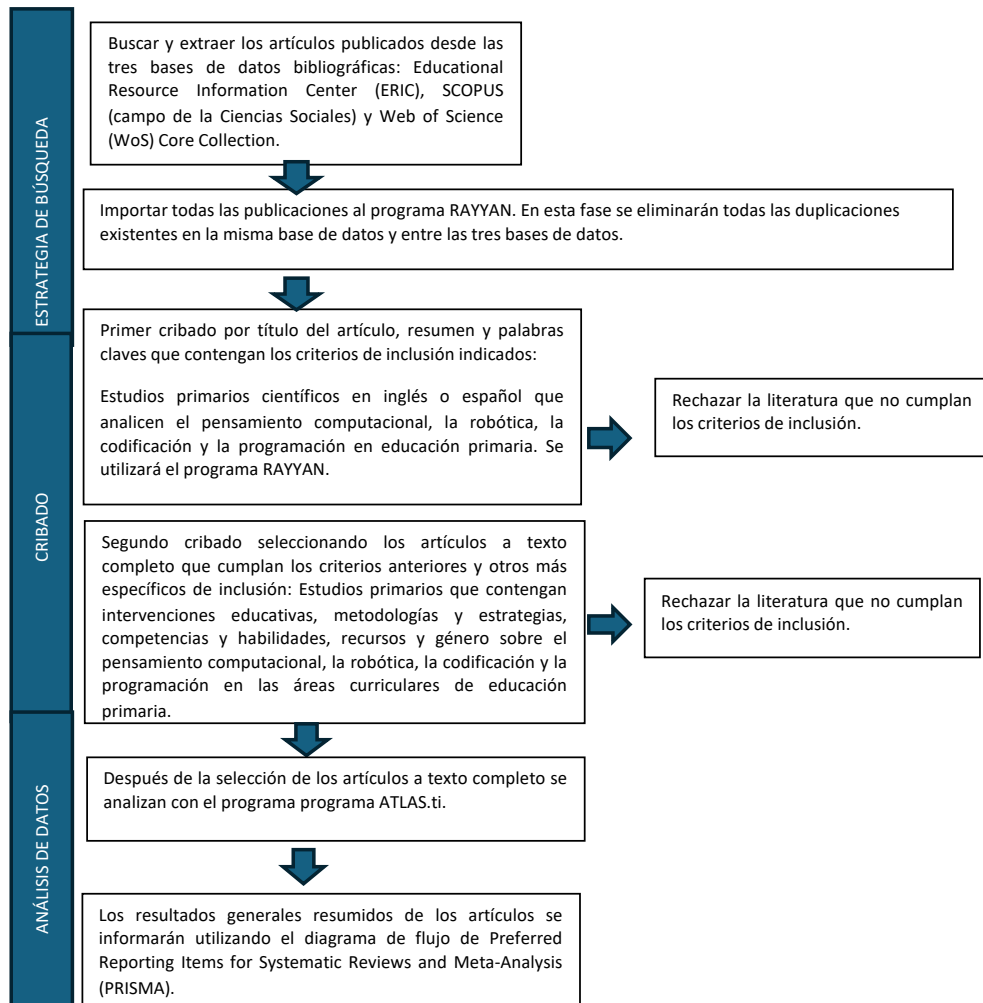
Categorías, subcategorías y códigos

<p>LISTADO DE CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS</p> <p>Población: Niños y niñas, profesores/as en Educación Primaria. Participación de las familias y expertos/as</p> <p>País: Artículos publicados en todos los países</p> <p>Lengua: Artículos publicados en inglés o español</p> <p>Fecha de publicación: Evidencias publicadas hasta 2024</p> <p>Tipo de estudio: Todos</p> <p>Nivel educativo: Educación Primaria</p> <p>Contexto educativo: presencial o virtual</p> <p>Áreas de publicación: Ciencias sociales, ciencias de la computación, ciencias de la educación, informática, robótica, etc.</p> <p>Pensamiento computacional</p> <p>Subcategorías sobre pensamiento computacional: Utilización del pensamiento computacional; Robótica; Programación y tipos de programación: programación creativa; Codificación y tipos de codificación: codificación por bloques,</p> <p>Áreas curriculares</p> <p>Subcategorías sobre áreas curriculares: Identificación del área curricular: Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Artes, etc. Tipos intervenciones educativas: curriculares, extracurriculares, interdisciplinarias Metodologías y estrategias: Metodología constructivista, Aprendizaje basado en Proyectos, aprendizaje colaborativo y cooperativo, Thinking-Based Learning, gamificación, aula invertida y Design Thinking, STEAM Competencias y habilidades: competencias digitales y computacionales, habilidades cognitivas (la resolución de problemas a través de la descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, algoritmización y evaluación, el pensamiento lógico y crítico, el razonamiento, la creatividad y la capacidad de abstracción y toma de decisiones fundamentadas), habilidades técnicas y digitales (creación de programas digitales, realización de aplicaciones o simulaciones, el diseño de algoritmos, la programación, el aprendizaje seguro, ético y responsable de las tecnologías y la utilización adecuada de la tecnologías emergentes: robótica educativa, inteligencia artificial e Internet de las cosas (IoT)), habilidades emocionales y sociales (trabajo colaborativo y cooperativo, la escucha activa, la negociación, la resolución de conflictos, habilidades comunicativas, gestión de emociones, empatía, asertividad, perseverancia, tolerancia, gestión de la frustración, paciencia, valoración del proceso, autonomía, responsabilidad).</p> <p>Recursos: recursos tecnológicos (plataformas de programación visual (por bloques), robótica educativa, aplicaciones y juegos interactivos) y recursos metodológicos y didácticos. Scratch, Arduino, Lego, Kit de robots programables, Tipos de codificación y programación, Programación creativa, Codificación por bloques, Bee-Bot, etc.</p> <p>Género: inclusión y exclusión de género, estereotipos, sexismo, igualdad, perspectiva de género.</p>	<p>LISTADO DE CÓDIGOS</p> <p>(ID)-Datos identificación (País)-País (Año)-Año (Leng): Artículos publicados en inglés o español (NiÑaEP)-Población (NiNoEP)-Población (Prof)-Profesores/as (Estu)-Estudiantes (Expert)-Expertos/as (Fam)-Familia (NP)-Nivel Primaria (Online)-Online (Psen)-Presencial</p> <p>(AP)-Áreas de publicación; (CS)-Ciencias sociales (CC)-Ciencias computación (CE)-Ciencias Educación (Inf)-Informática</p> <p>(PC) Pensamiento computacional (UPC): Utilización pensamiento computacional (Robótica)-Robótica (RE)-Robótica educativa (CodBl)-Codificación por bloques (PrCreat)-Programación creativa (PP) Programación por parejas</p> <p>(Acv)-Áreas curriculares (Asig)-Asignatura (Mate)-Matemáticas (CNST)-Ciencias Naturales, Sociales y Tecnologías (LC)-Lengua y Comunicación (EduAPCrea)-Educación Artística y Pensamiento Creativo (EduF)-Educación Física</p> <p>(TInter)-Tipos de Intervención (PCI)-Proyectos curriculares integrados (PeCv)-Programas extracurriculares (FAP)-Formación docente y acompañamiento pedagógico (PIBR)-Proyectos interdisciplinares basados en retos</p> <p>(MetEstra)-Metodología y estrategias (Construcc)-Construccionismo (Construct) Constructivismo (AA)-Aprendizaje autónomo (ABJ)-Aprendizaje basado en el juego (AbD) Aprendizaje basado en el diseño (ABP)-Aprendizaje por proyectos (AC)-Aprendizaje colaborativo (Gam)-Gamificación (ABP)-Aprendizaje basado en el pensamiento (FC)- Flipped Classroom (DT)- Design Thinking (ACoope)-Aprendizaje Cooperativo (STEM)-STEM (STEAM)-STEAM (Aautom)-Aprendizaje automático o Machine Learning</p> <p>(CHabC)-Competencias y Habilidades Computacionales</p> <p>(HCog)-Habilidades cognitivas (Pabs)-Pensamiento abstracto (RP)-Resolución de problemas (Creat)-Creatividad (Mcog)-Metacognición (PCr)-Pensamiento crítico (Plog)-Pensamiento lógico (Tdeci)-Toma de decisiones (RAc)-Rendimiento académico (HTec)-Habilidades técnicas y digitales (Pgradig)-Creación de programas digitales (Aplisimu)-Realización de aplicaciones o simulaciones (Disealgo)- Diseño de algoritmos (Progra)-Programación (ASERTec)- Aprendizaje seguro, ético y responsable de las tecnologías (Temer)-Tecnologías emergentes (utilización) (TemerIA)-inteligencia artificial (TemerIoT)-Internet de las cosas (IoT) (Hemoc)-Habilidades sociales y emocionales(Compro)-Compromiso (Empa)-Empatía (Asert)-Asertividad (Perse)-Perseverancia (Tole)-Tolerancia (GFrust)-Gestión de la frustración (Pacien)-Paciencia (ValoPro)-Valoración del proceso (Auto)-Autonomía (Respon)-Responsabilidad (Movt)-Motivación (ACSTEM)-Actitudes STEM (ACSTEMA)- Actitudes STEAM (TE)-Trabajo en equipo (ComunicEsc)-Comunicación-escucha activa (RTec)-Recursos tecnológicos (Scratch)-Scratch (Ardu) Arduino (Vju)-Videojuegos (Lego)-Lego (Robtpro)-Kit de robots programables (Bee-Bot)-Bee-Bot (Ozo-bot)-Ozobot (Mjue)-Motores de juego (PlatPvisu)-Plataformas de programación visual (por bloques) (Tcodiprogr)-Tipos de codificación y programación (ReCDidac)-Recursos metodológicos y didácticos (Guiadidac)-Guías didácticas. (ActiGuiad)-Actividades guiadas (CuaderPC)- Cuadernos de PC para actividades sin tecnología (Gen)-Género (Bge)-Brecha de género (Ige)-Inclusión de género (Exgen)-Exclusión de género (Ig)-Igualdad (Imge)-Impacto entre géneros (NñSTEM)-Niñas en STEM (Sexismo) Sexismo (Persgen)-Perspectiva de género (Estereotip) Estereotipos</p>
--	---

Fuente. Elaboración propia (2025)

Figura 2

Flujograma. Representación visual de la estrategia de búsqueda, cribado y análisis de datos



Fuente. Elaboración propia (2025)

5. RESULTADOS

5.1. Resultados vinculados al Criterio de Inclusión A: ¿Qué usos se está dando a la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional en Educación Primaria en las diferentes áreas curriculares?

Relacionado con la primera pregunta de la presente investigación, la respuesta indica que se trata de un uso diverso, insertándose de forma paulatina en educación primaria.

Se ha obtenido que el pensamiento computacional incluye la programación y codificación y la robótica educativa, ya que el mismo contiene los procesos de descomposición del problema (la abstracción, la automatización y el análisis), el reconocimiento de patrones, el diseño de algoritmos, a la vez que supone una oportunidad de aplicación en las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes). La programación, la ingeniería, las matemáticas y la tecnología están entrelazadas en el mundo moderno (Panskyi, & Rowińska, 2021).

Es decir, qué claves del pensamiento computacional en la era digital facilitan un aprendizaje innovador que incluye la capacidad de descomponer problemas complejos en partes más manejables, identificar patrones, abstraer información relevante y diseñar algoritmos para resolver problemas de manera eficiente. Estas habilidades son fundamentales para desenvolverse en un mundo cada vez más digital y tecnológico.

Podemos afirmar que en la Educación Primaria, la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional se están utilizando de muchas maneras para enriquecer el aprendizaje en las diferentes áreas curriculares. Por ejemplo, en matemáticas, los estudiantes aprenden conceptos como patrones, lógica y resolución de problemas a través de actividades de programación y robótica. En ciencias, se usan para explorar fenómenos naturales mediante simulaciones y experimentos automatizados. En tecnología, los niños y niñas aprenden a crear y entender programas y robots, fomentando habilidades digitales desde temprana edad. Además, en áreas como arte y lengua, estas herramientas se usan para desarrollar la creatividad y la comunicación digital. En general, estas tecnologías promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la innovación, integrándose de manera divertida y práctica en el currículo para preparar a los alumnos para el mundo digital.

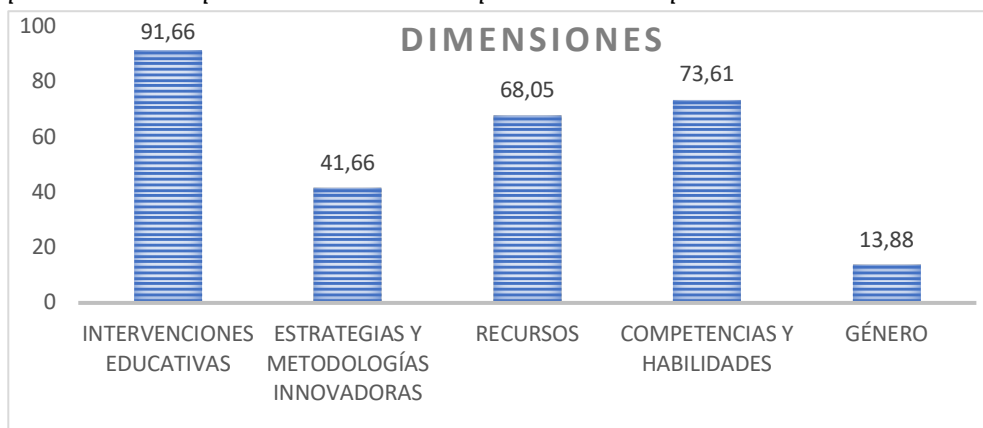
Ello indica que ha de contemplarse en la formación docente de los futuros maestros y en los cursos de actualización, materiales de apoyo y acompañamiento de profesionales expertos. Quiroz-Vallejo et al. (2021) nos indican como existen necesidades de formación en programación para integrar el pensamiento computacional en la educación primaria y secundaria. Por su parte, Sáez-López et al. (2023) resaltan la importancia de incorporar la educación en programación en la formación del profesorado y de implementar programación y motores visuales basados en bloques en Educación Primaria.

5.2. Resultados vinculados al Criterio de Inclusión B, C, D, E y F: (Estudios primarios sobre codificación, programación, robótica y pensamiento computacional en educación primaria en cualquier área curricular)

Los resultados vinculados con el criterio B, C, D, E y F (Estudios primarios sobre estos temas en cualquier área curricular en educación primaria), de la anterior tabla 1 reflejan que los 71 artículos seleccionados han permitido dar respuesta al resto de preguntas de investigación (Figura 3).

Figura 3

Resultados de artículos seleccionados sobre codificación, programación, robótica y pensamiento computacional en educación primaria en cualquier área curricular



Fuente. Elaboración propia (2025)

5.2.1. ¿Qué tipos de intervenciones educativas se realizan a través de la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional en Educación Primaria? ¿Se trabaja interdisciplinariamente?

El 91,66% (66) de los artículos analizados detallan como se realizan intervenciones educativas a través de la codificación, la programación y la robótica educativa para la adquisición del pensamiento computacional en educación primaria con robótica, generalmente en áreas muy concretas: Matemáticas (resolución de problemas) y Ciencias (experimentos científicos). La creación de un robot como objeto tangible puede promover el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y el aprendizaje de diferentes materias, como las matemáticas o las ciencias naturales (Funk et al., 2022).

Hemos hallado que destacan las intervenciones educativas relacionadas con la descomposición, es decir, con la habilidad de dividir un problema grande en partes más pequeñas y manejables lo que facilita entender y resolver cada parte de manera más sencilla. Así, el artículo de Barr y Stephenson (2011) explora cómo

introducir el pensamiento computacional en la educación primaria y qué actividades y enfoques pueden ser efectivos para lograrlo.

Otra de las intervenciones clave es el reconocimiento de patrones (identificar similitudes o tendencias en diferentes problemas o datos, lo que ayuda a predecir resultados y a crear soluciones más eficientes). Lye y Koh (2014) revisaron investigaciones recientes sobre cómo los estudiantes de educación primaria desarrollaban habilidades de pensamiento computacional, incluyendo el reconocimiento de patrones en actividades de programación con bloques. Los autores destacan que los alumnos identifican secuencias repetitivas y condiciones que se repiten en sus códigos, lo que les permite optimizar y hacer más eficiente su trabajo. Además, discuten estrategias pedagógicas para fomentar esta habilidad y mejorar la comprensión de conceptos fundamentales en programación.

Smith y Johson (2023) discuten cómo los estudiantes utilizan la abstracción (centrarse en la información más importante y eliminar los detalles innecesarios. Esto permite simplificar problemas complejos y enfocarse en lo esencial) para centrarse en las reglas principales y en la interacción de los personajes en el diseño de juegos, dejando de lado detalles complejos como la física exacta o gráficos avanzados, con el fin de facilitar el aprendizaje y la comprensión de la lógica del juego.

Otros ejemplos hallados de diseño de algoritmos (creación de pasos claros y ordenados para resolver un problema. Un buen algoritmo es como una receta que guía la solución de principio a fin), como cuando los niños/as crean instrucciones paso a paso para que un robot realice una tarea, como atravesar un laberinto, están diseñando un algoritmo claro y ordenado que el robot puede seguir para completar la misión. Así el trabajo de Vargas et al. (2020) refleja su uso y brindan a los estudiantes una guía metodológica para la resolución de tareas.

El trabajo interdisciplinario es todavía una cuestión pendiente, así como la planificación y desarrollo adecuada en otras áreas curriculares como Artes. Los proyectos curriculares se integran dentro del aula pero también se realizan proyectos no integrados, como actividades extracurriculares, utilizando tecnologías emergentes como la robótica.

5.2.2. ¿Qué estrategias y metodologías se están utilizando para implementar en las aulas dichos conceptos?

En el 41,66% (30) de los artículos señalan que las estrategias y metodologías más utilizadas son las siguientes: la metodología constructivista, el aprendizaje basado en el juego, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje automático. Se utilizan estrategias y metodologías innovadoras en primaria con robótica, participativas, activas, pero se destaca la falta formación del profesorado y metodologías contextualizadas, significativas e innovadoras.

Además destacan los enfoques de enseñanza de programación visual como Scratch o Blockly, la integración en otras asignaturas y el uso de plataformas digitales.

Las aplicaciones de codificación robótica permiten a los estudiantes participar activamente mediante el uso de diferentes métodos como el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos (Güven et al., 2020).

Ayudar a los niños a desarrollar el pensamiento computacional es un objetivo importante de la educación en la era de la inteligencia artificial. La resolución de problemas juega un papel importante en el aprendizaje de pensamiento computacional, como proceso clave constructivista relacionado con el pensamiento algorítmico (Jiang et al., 2023).

En los proyectos desarrollados con la robótica educativa los estudiantes son activos en su aprendizaje, realizando investigación como motivación, donde los docentes orientan y median (Marques & Ryokit, 2022). El pensamiento computacional y la robótica educativa desarrollan la capacidad de autonomía y que los educandos sean activos en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, consiguiendo un aprendizaje motivacional, intrínseco, eficaz y significativo.

En este contexto, se le otorga importancia a los educandos frente a los educadores, consiguiendo que los estudiantes sean más autónomos en el aprendizaje a través de la guía de los docentes y de procesos de enseñanza motivacionales, adaptados a la edad y el nivel cognitivo, así como a los conocimientos previos. Los educadores se convierten en mediadores del aprendizaje, desarrollando ambientes contextualizados, activos, creativos, participativos e interactivos.

5.2.3. ¿Qué recursos de codificación/programación y robótica se están utilizando para la enseñanza-aprendizaje?

El 68,05% (49) de los artículos analizados nos describen los recursos de codificación, programación y robótica que se están utilizando de forma mayoritaria para la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional: plataformas de programación visual y por bloques, Scratch, Arduino, Zoombinis, kit de robots programables y videojuegos.

El uso de la robótica como herramienta educativa promueve tareas desafiantes, mediante la observación y comprensión de fenómenos en un entorno experimental, donde los niños exploran, reflexionan diseñan y programan el comportamiento de un robot para resolver un problema o realizar una tarea (Chiazzese, 2019), pasando de la enseñanza tradicional memorística a una enseñanza activa y participativa, que supone una alternativa atractiva y motivadora y más aún, si esta se encuentra asociada a un enfoque interdisciplinar, como es el caso de la educación STEM (Ferrada et al., 2021).

El uso de Arduino en la enseñanza de las ciencias permite a los estudiantes controlar las reacciones de un modelo que tocan y es visible, posibilitando que los alumnos investiguen situaciones reales, debido a su equipación con diversos sensores, y facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos y difíciles de entender en el área de Ciencia (Güven et al., 2020).

Un lenguaje de programación basado en bloques, también conocido como programación de arrastrar y soltar, son Blockly y Scratch, que fomenta el pensamiento creativo y colaborativo entre los niños (Sáez-López et al., 2021).

5.2.4. *¿Cuál es el impacto que tiene el uso a la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional está teniendo en los procesos de enseñanza-aprendizaje?*

Segun el 73,67% (53) de los artículos analizados, la codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional promueve el desarrollo de habilidades cognitivas (mejora del rendimiento académico, la resolución de problemas, la metacognición, la creatividad, y el pensamiento crítico y el pensamiento lógico), habilidades técnicas y digitales (alfabetización digital y computacional, programación, codificación), habilidades emocionales y sociales (la motivación, el compromiso, la autonomía, la responsabilidad y la toma de decisiones).

El pensamiento computacional permite desarrollar habilidades como el manejo de información, la resolución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración, el trabajo en equipo y el aprendizaje autónomo, de manera que los estudiantes puedan afrontar situaciones presentes y futuras, en el contexto donde se encuentre. (Méndez & Fernando, 2023, pp. 2275-2276)

La competencia tecnológica es relevante porque la tecnología moderna crea oportunidades para que los profesores puedan motivar a los estudiantes e inspirar su curiosidad, imaginación e interés (Panskyi, & Rowińska, 2021).

Un curso de programación de un robot mejora significativamente el pensamiento computacional y la creatividad de los estudiantes. La programación robótica es necesaria para los estudiantes de primaria y es útil para promover sus habilidades de pensamiento de orden superior (Noh & Lee, 2020).

El pensamiento computacional, la codificación y la programación de robots son habilidades digitales requeridas en el siglo XXI, y también son habilidades que se entrelazan en las disciplinas de STEM (Bezuidenhout, 2021). El pensamiento computacional ha sido defendido como una habilidad esencial para resolver problemas que los estudiantes deben desarrollar (Shen et al., 2020).

5.2.5. *¿La codificación, la programación, la robótica y el pensamiento computacional inciden en las diferencias asociadas al género?*

Los resultados obtenidos muestran que el 13,88% de los artículos analizados especifican cómo existen los estudios donde se contemplan las diferencias de género para promover la inclusión. Sin embargo hay una conciencia de la necesidad de motivar a las niñas para incorporarlas dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan a través del pensamiento computacional, para promover una inclusión de género y la igualdad necesaria para la inserción futura laboral en áreas STEAM.

Así, Noh & Lee (2020) detallan cómo las diferencias de género afectan a la enseñanza de la programación, y se deben tener en cuenta a la hora de diseñar las clases.

6. CONCLUSIONES

El pensamiento computacional es un nuevo aliado de la educación y existe la necesidad de que los sistemas educativos incorporen en sus políticas y estructuras curriculares la definición y ruta a seguir para implementar el pensamiento computacional como aspecto clave a desarrollar en el siglo XXI (Buitrago et al., 2022).

Se ha revisado el uso del pensamiento computacional, la robótica, los tipos de programación y codificación, las diferentes intervenciones educativas que se realicen, qué metodologías se están utilizando para implementar el pensamiento computacional y sus resultados, las competencias y habilidades que se pueden desarrollar, qué recursos se utilizan y si existe perspectiva de género o se fomentan desigualdades en las diferentes áreas curriculares de educación primaria.

El pensamiento computacional es un área educativa emergente y no existe gran cantidad de literatura que abarque de manera global todas las variables de la presente investigación. Será necesario implementar el pensamiento computacional en las aulas de una manera efectiva y real con el objeto de favorecer un aprendizaje más innovador. Por tanto, se necesitan un mayor número de investigaciones para poder desarrollar un marco teórico y metodológico sobre el pensamiento computacional y la robótica en las diferentes áreas curriculares de educación primaria.

De manera general, la presente revisión sistemática facilitará a investigadores y maestros resultados que les permitan conocer en profundidad la situación actual del pensamiento computacional, la robótica, la programación y la codificación, el uso que se está dando en las aulas, qué intervenciones educativas innovadoras se están llevando a la práctica, qué metodologías se utilizan con óptimos resultados y cómo se adaptan a los procesos de este tipo de aprendizaje creativo, qué habilidades y nuevas competencias se puede desarrollar, qué recursos y cómo se utilizan en las aulas, así como, cómo incluir a las niñas en estos aprendizajes más innovadores de corte digital y fomentar la inclusión de género mediante la perspectiva de género.

La presente investigación está limitada por la falta de investigaciones de corte experimental y aquellas que aborden las áreas curriculares de forma global.

En el Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 de la Unión Europea, la educación informática es uno de los requisitos prioritarios para "Mejorar las habilidades y competencias digitales para la transformación digital". El pensamiento computacional se ha convertido en una habilidad fundamental para todas las personas y cada vez más países introducen en la educación el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes (Comisión Europea, 2022).

Por ello, es necesario favorecer la utilización de la robótica educativa y desarrollar el pensamiento computacional en las diferentes áreas curriculares educativas para adquirir las competencias necesarias que demanda la era digital.

REFERENCIAS

- Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Á., Esteve Mon, F. M., & Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1). <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Barr, V., & 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>
- Bezuidenhout, H. S., (2021). Un programa de lectura de diálogo de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de primer grado: el desarrollo de un marco conceptual', *Revista Sudafricana de Educación Infantil* 11(1), a1038. <https://doi.org/10.4102/sajce.v11i1.1038>
- Bonello, M. B., & Schapochnik, F. (2020). Diez preguntas frecuentes (y urgentes) sobre pensamiento computacional. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(20), 156-167. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869094>
- Buitrago, L. M., Laverde, G. M., Amaya, L. Y., & Hernández, S. I. (2022). Pensamiento Computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas. *Panorama*, 16(30). <https://www.redalyc.org/journal/3439/343969897012/html/>
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 15. <https://doi.org/10.14201/eks.22957>
- Chiassese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks. In *Informatics* 6(4), 1-12. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Code. Org. <https://hourofcode.com/es>
- Comisión Europea: Centro Común de Investigación, Bocconi, S., Inamorato dos Santos, A., Chiocariello, A., Cachia, R., Kampylis, P., Giannoutsou, N., Dagienė, V., Punie, Y., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2022). Revisión del pensamiento computacional en la educación obligatoria: estado de la cuestión y prácticas desde la enseñanza de la computación, (A. Inamorato dos Santos, editor, R. Cachia, editor, N. Giannoutsou, editor, y Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Coronel Díaz, E. C., & Lima Silvain, G. (2020). El pensamiento computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. *Virtualidad, Educación y Ciencia*,

- 11(20), 115-137.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869092>
- Cortés-Ramos, A., Caparrós Rubio, I. M., Torrecilla-García, J. A., & Landa- Blanco, M. (2023). Pensamiento computacional en la adquisición de competencias científicas en Educación Primaria. En M.^a P. Cáceres Reche, M. Ramos Navas-Parejo (Coords.). *Investigación en la educación formal: metodologías innovadoras para docentes* (pp. 181-190). Dykinson.
- Critical Appraisal Skills Programme (CASP, 2018). <https://bit.ly/3yrKrW6>
- De Statzewitch, L. M. (2021). Evaluación del desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de educación primaria y media general [Computational thinking in elementary and middle school students computational thinking in elementary and middle school students]. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 7(13), 35-56. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/21327
- Cruz Rincón, B. K., García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2025). Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional. *Campus Virtuales*, 14(1), 215-241. <http://dx.doi.org/10.54988/cv.2025.1.1599>
- Ferrada Ferrada, C., & Díaz-Levicoy, D. A. (2023). Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental. *Transformación*, 19(1), 30-52. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552023000100030&script=sci_arttext&tlng=en
- Ferrada Ferrada, C. A., Puraivan Huenuman, E., Silva Díaz, F., & Díaz Levicoy, D. (2021). Robotics applied to classroom in Primary Education: a case in the Spanish context. *Sociología y tecnociencia*, 11(2), 240-259. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50850>
- Funk M, Cascalho J, Santos AI, Pedro F, Medeiros P, Amaral B, Domingos M, Ramos A y Mendes A (2022). Un robot interactivo simple para promover el pensamiento computacional. *Frente. Cómputo. Sci.* 4, 1022778. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.1022778>
- González-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., & Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 18(2), 2301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Goyes Zambrano, D. V., & Viteri López, C. L. (2022). Estrategia pedagógica para el fortalecimiento del pensamiento computacional en docentes. *Revista Docencia Universitaria*, 23(2), 33-43. <https://doi.org/10.18273/revdu.v23n2-2022004>
- Guyen, G., Kozcu Cakir, N., Sulun, Y., Cetin, G., & Guven, E. (2020). Aplicaciones de codificación robótica asistida por Arduino integradas en el modelo de

aprendizaje 5E en la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación sobre Tecnología en la Educación*, 54(1), 108-126. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136>

Guerrero-Flores, G. A. (2023). La robótica educativa como propuesta psicopedagógica curricular para fortalecer la metacognición en las aulas de educación primaria (Master's thesis). <https://reunir.unir.net/handle/123456789/15911>

Gutiérrez-Aguilar, O., Chirinos-Tovar, K., Huamán-Gutiérrez, R., & Ticona-Apaza, F. (2024). Determinantes del pensamiento computacional en estudiantes de educación básica. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1821>

Hernández Álvarez, W., Vega Santofimio, H. D., Cuéllar Guarnizo, J. A., & 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), 635-652. <https://doi.org/10.21676/23897856.5864>

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado INTEF (2022). Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente (CDD). <https://intef.es/competencia-digital-educativa/competencia-digital-docente/>

Jiang, X., Harteveld, C., Yang, Y., Fung, A., Huang, X., & Chen, S. (2023). "If it's sunny, don't take an umbrella": a systematic evaluation of design principles for CT teaching games. *Educational technology research and development*, 71(4), 1725-1763. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10240-1>

Jiménez-Agudelo, W. G. (2024). Transformando la Educación Primaria: El Pensamiento Computacional como Catalizador del Cambio Pedagógico: Transforming Primary Education: Computational Thinking as a Catalyst for Pedagogical Change. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, 2(3), 138-153. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V2-N3-009>

Lorenzo-Lledó, G., Lorenzo-Lledó, A., Lledó-Carreres, A. & Andreu-Cabrera, E. (2024). Utilidad percibida de la robótica en el currículum de Educación Primaria para el alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(2), 111-122. <https://doi.org/10.6018/reifop.603741>

Loureiro, A. C., Meirinho, M., Osório, A. J., & Teixeira, A. L. V. (2022). El pensamiento computacional en los marcos de competencia digital docente. *Prisma Social: revista de investigación social*, (38), 77-93.

Ludeña, E. S. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51.

- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
<https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Marques Flores, J. & Ryokiti Homa, A. I. (2022). Educación STEM y Robótica educativa como propuesta de enseñanza y aprendizaje en primaria. *Unión-Revista iberoamericana de educación matemática*, 18(66), 1-15. <https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1427>
- Martínez Domingo, J. A., Berral Ortiz, B., Lorenzo Martín, M. E. & Fernández Campoy, J. M. (2023). Educación Primaria interactiva: transformando el aprendizaje a través de la robótica. En M. J. Santos Villalba, M. J. Alcalá del Olmo Fernández, J. Fernández Cerero y M. Montenegro Rueda. *Desafíos educativos a través de la interdisciplinariedad en la investigación y la innovación* (pp. 17-24). Dykinson. <https://www.torrossa.com/en/resources/an/5832174#page=18>
- MAXQDA. (s.f.). Investigación cualitativa y de métodos mixtos avanzados para Windows y Mac. <https://www.maxqda.com/products/maxqda>
- Méndez Hernández, S. O., & Fernando Bermúdez, J. (2023). El pensamiento computacional como competencia para el siglo XXI. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2258-2279. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7044
- Moriarty Pitarque, D., & Fragueiro Barreiro, M. S. (2024). Las TIC en Educación Primaria a través del aprendizaje basado en proyectos. *EA, Escuela Abierta*, 27, 59-76. <https://ea.ceuandalucia.es/index.php/EA/article/view/308>
- Noh, J. & Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school student. *Educational technology research and development*, 68, 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- OCDE (2023). *Digital Education Outlook 2023 Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en.html
- Ortega-Ruipérez, B. (2020). Pedagogía del Pensamiento Computacional desde la Psicología: un Pensamiento para Resolver Problemas. *Cuestiones Pedagógicas. Revista De Ciencias De La Educación*, 2(29), 130-144. <https://doi.org/10.12795/CP.2020.i29.v2.10>
- Panskyi, T., & Rowińska, Z. (2021). Un enfoque holístico de aprendizaje digital basado en juegos para la educación de programación primaria fuera de la escuela. *Informática en Educación*, 20(2), 255-276. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.12>

Quiroz-Vallejo, D. A., Carmona-Mesa, J. A., Castrillón-Yepes, A., & Villa-Ochoa, J. A. (2021). Integración del Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: una revisión sistemática de literatura. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68), 1-33. <https://doi.org/10.6018/red.485321>

Rayyan. <https://www.rayyan.ai/>

Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Publicado en: «BOE» núm. 52, de 02/03/2022. Entrada en vigor: 03/03/2022. Departamento: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Referencia: BOE-A-2022-3296 Permalink ELI: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>

Ruiz Ortiz, I. (2023). La Robótica en el Área de Matemáticas en Educación Primaria. Una Revisión Sistemática. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2889>

Sáez-López, J. M., González-Calero, J. A., Cózar-Gutierrez, R., & del Olmo-Muñoz, J. (2023). Scratch and unity design in elementary education: A study in initial teacher training. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1528-1538. <https://doi.org/10.1111/jcal.12815>

Sáez-López, J. M., Buceta Otero, R., y De Lara García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>

Sáez-López, J.M., Sevillano-García, M.L. & Vázquez-Cano, E. (2019). El efecto de la programación en la comprensión matemática y científica de los estudiantes de primaria: uso educativo de mBot. *Investigación en Tecnología Educativa*, 67, 1405-1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>

Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Roso Vázquez, C., & Ruiz-Palmero, J. (2024). Los videojuegos en la enseñanza de la robótica en educación primaria: un estudio comparativo. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (29), 9-30. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.20247>

Shen, J., Chen, G., Barth-Cohen, L., Jiang, S., & Eltoukhy, M. (2020). Conectando el pensamiento computacional en el razonamiento y la programación cotidianos para estudiantes de primaria. *Revista de Investigación en Tecnología en Educación*, 54(2), 205-225. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1834474>

Smith, J. y Johnson, R. (2023). Abstraction Strategies in Game Design Education: Simplifying Complexity for Effective Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(2), 45-58. <https://doi.org/10.1234/jetss.v26i2.5678>

- UNESCO (2024). Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2024, informe sobre género: la tecnología en los términos de ellas. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391983>
- UNESCO (2023). Informe de seguimiento de la educación en el mundo. Tecnología en la educación ¿Una herramienta en los términos de quién? <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894>
- UNESCO (2019). Marco de competencias de los docentes en materia de TIC.
- UNESCO (2017). Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372138.locale=en>
- Unión Europea (UE, 2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. (2018/C 189/01). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Vargas Ricardo, A., Lezcano Rodríguez, L. E., y Lidia Pérez González, O. (2020). El empleo de algoritmos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, 13(9), 113-123. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/635>

ROBÓTICA EN MOVIMIENTO: ACTIVIDADES PRÁCTICAS PARA LA EDUCACIÓN INFANTIL

M^a Ángeles Pascual Sevillano, UOV

Susana Sánchez Castro, UOV

1. IMPORTANCIA DE LA ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN INFANTIL Y SU PAPEL EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES TEMPRANAS

La robótica de suelo en la Educación Infantil ha demostrado ser una herramienta valiosa y efectiva para el desarrollo integral de los niños (Álvarez-Herrero, 2020). Su importancia radica en varios aspectos clave. Por una parte, la robótica educativa fomenta el pensamiento lógico y la resolución de problemas, desarrollando el pensamiento computacional desde edades tempranas (Zorrilla-Puerto, Lores-Gómez y Ruíz-Lázaro, 2023). El alumnado aprende a abordar desafíos de manera sistemática, mejorando su capacidad de análisis y toma de decisiones. Por otra parte, despierta una elevada motivación en quienes aprenden, haciendo que el proceso de aprendizaje sea más atractivo e interesante y estimula la creatividad y el ingenio (Gómez, 2020). Esto se traduce en una mayor participación y un impacto positivo en el rendimiento académico. Todo ello se lleva a cabo mediante un aprendizaje práctico y experimental, en el que la colaboración entre los estudiantes contribuye al desarrollo de habilidades sociales. Este enfoque permite adaptarse a sus necesidades y superar barreras en el aprendizaje.

En conclusión, la importancia de la robótica en la Educación Infantil radica en su capacidad para proporcionar un ambiente de aprendizaje rico, motivador y adaptable, que contribuye al desarrollo integral del alumnado en múltiples áreas, preparándolo para los desafíos del futuro (Bers, Flannery y Sullivan, 2014; García-Valcárcel y Caballero, 2019).

Teniendo en cuenta los beneficios reportados en la Educación Infantil, es necesario sistematizar los contenidos a trabajar, de forma que se muestren estructurados y adecuados a las edades del alumnado (Sullivan y Bers, 2016). Por otra parte, de acuerdo con la literatura de referencia, es fundamental abordar estos contenidos desde un enfoque transversal (Álvarez-Herrero, 2020) y diseñar actividades que combinen estrategias tanto desenchufadas como basadas en el uso de robots de suelo (Ramírez-Benavides y Guerrero, 2014).

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE ROBÓTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL

La robótica educativa en Educación Infantil se enfoca en introducir conceptos básicos de forma lúdica y adaptada a su nivel de desarrollo. Es importante destacar

que, en esta etapa, el objetivo principal no es enseñar programación, sino estimular la curiosidad, el pensamiento lógico y la resolución de problemas de manera lúdica. Los robots educativos son herramientas ideales para introducir estos conceptos, permitiendo aprender mientras se juega y explora.

La introducción de la robótica en Educación Infantil, supone diseñar las actividades de manera secuenciada, ajustándolas a las etapas cognitivas y habilidades propias del alumnado en estas edades, considerando que la mayoría aún no ha desarrollado competencias avanzadas en lectura o matemáticas.

También se recomienda, iniciar la intervención con actividades lúdicas y accesibles para todo el alumnado. Es aconsejable explorar juguetes educativos que incorporen principios de robótica y programación, fomentando la curiosidad e incentivándoles a cuestionar el funcionamiento de los objetos que les rodean. Asimismo, se puede animar a los niños y niñas a construir sus propios robots utilizando materiales simples como piezas de LEGO, cartón u otros elementos reciclados, promoviendo la creatividad y el aprendizaje práctico.

En este contexto, resulta clave introducir contenidos fundamentales que permitan desarrollar habilidades esenciales desde edades tempranas. Algunos conceptos fundamentales que pueden introducirse en estas actividades son los siguientes:

Pensamiento computacional y lógico

- Secuencias simples de acciones
- Resolución básica de problemas
- Pensamiento lógico-matemático elemental

Orientación espacial

- Direcciones básicas: arriba, abajo, derecha, izquierda
- Movimientos simples en el espacio

Programación básica

- Instrucciones sencillas para controlar robots
- Uso de interfaces visuales y táctiles adaptadas

Conceptos tecnológicos elementales

Funcionamiento simple de máquinas

- Partes básicas de un robot: sensores, motores

Habilidades motoras y sensoriales

- Manipulación de robots y componentes
- Reconocimiento de colores, formas y sonidos

Creatividad y experimentación

- Diseño simple de soluciones
- Exploración libre con robots educativos

En definitiva, la integración de estos contenidos permite que el alumnado desarrolle habilidades clave de manera lúdica y significativa, sentando las bases para futuros aprendizajes tecnológicos y fomentando competencias como la

creatividad, el pensamiento lógico y la resolución de problemas desde edades tempranas.

3. PREPARACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA

A continuación, se presentan algunas de las recomendaciones que se pueden plantear para introducir el uso de la robótica en el aula, así como los aspectos que es necesario tener en cuenta a la hora de diseñar una posible intervención en esta etapa educativa (Gómez, 2020). Cada actividad está diseñada, no solo para presentar la robótica, sino también para desarrollar habilidades fundamentales de la etapa infantil, como la resolución de problemas, la colaboración y la expresión emocional. La estructura planteada permitirá que los docentes adapten las actividades a sus propios entornos y enfoques educativos, asegurando que todo el alumnado pueda participar y beneficiarse de la robótica en el aula.

3.1. Objetivos






Con las actividades propuestas para Educación Infantil se busca lograr varios objetivos que suponen el desarrollo integral de los niños y las niñas:

- El desarrollo de habilidades cognitivas a través del pensamiento computacional
- Habilidades motoras y espaciales a través de la correlación de acciones.
- Creatividad e innovación mediante la formulación de retos y problemas.
- Habilidades sociales y emocionales
- Aprendizaje práctico y motivación
- Desarrollo de competencias tecnológicas
- Habilidades lingüísticas y de lectoescritura

3.2. Materiales y recursos necesarios

A continuación, se detallan algunos Kits de robótica existentes en el mercado, así como sus características y posibilidades que pueden ser empleados por los docentes disponibles actualmente para la etapa de Educación Infantil (Tabla 1).

Tabla 1*Robots empleados en la Etapa de Educación Infantil*

	NOMBRE	EDAD	CARCTERÍSTICAS
	Dash and Dot	5-10 años	Son dos robots que interactúan. Se programa a través de varias aplicaciones intuitivas en tabletas o smartphones.
	Woki	4-8 años	Programación por bloques visuales muy intuitiva. Adecuado para el aprendizaje de conceptos como la secuenciación, la causa y el efecto y la resolución de problemas. Uso de la lógica mediante la programación para superar un circuito.
	Codi-oruga	2-5 años	Aprendizaje de secuencias y pre-programación. Aprendizaje intuitivo. Desarrolla habilidades para resolución de problemas.
	Next 1.0	3-6 años	Programación direccional, permite integrar diferentes áreas.
	Code and Go, robot mouse	5-9 años	Programación direccional mediante botones, posible integración a diferentes áreas.
	Bee-Bot	3-5 años	Aprendizaje del lenguaje direccional y programación
	Blue bot	3-5 años	Mismas características que Bee-Bot con bluetooth
	Lego Duplo Train	2-5 años	Aprendizaje de codificación con muñecos.
	Super Robot Doc	4-7 años	Aprendizaje de primeras bases de programación.

Fuente. Elaboración propia.

Estos, entre otros, son algunos de los robots diseñados para su utilización en las primeras etapas de aprendizaje. Además, la mayoría de estos robots, incorporan dispositivos adicionales que pueden integrarse progresivamente, junto con colores, luces y sonidos que los hacen más atractivos y llamativos para los niños y niñas.

Normalmente, estos robots están diseñados para programar actividades que les permitan desplazarse sobre paneles o planillas con diversas temáticas, como colores, formas o animales, entre otros.

3.3. Diseño de espacios y organización del aula

La organización del aula para el desarrollo de actividades relacionadas con el pensamiento computacional es un aspecto que ha sido poco analizado en los estudios sobre robótica educativa, a pesar de su creciente relevancia en el ámbito pedagógico. Si bien, los estudios que se han realizado destacan especialmente la importancia de fomentar entornos colaborativos en los que el alumnado contribuya activamente al grupo y el aprendizaje trascienda los espacios físicos para incluir las relaciones que se establecen entre ellos (Monsalves, 2011; López, Miguel y Montaña, 2008).

Siguiendo a Iglesias (2008) es conveniente tener en cuenta cuatro tipos de ambientes de aprendizaje:

1- La dimensión física, distribuyendo el espacio adecuadamente y especificando dónde tendrá lugar la experiencia de aprendizaje.

2- La dimensión temporal, especificando cuándo se va a llevar a cabo.

3- La dimensión funcional, definiendo para qué se va a utilizar y en qué condiciones.

4- Y dimensión relacional, especificando las relaciones que se quieren fomentar en el aula.

Por su parte, Espinosa y Gregorio (2018) afirman que la robótica educativa se debe incluir en los contenidos propios de la etapa y del curso, y no de forma aislada como algo extraordinario, ya que es un recurso muy versátil y polivalente.

3.4. Adaptaciones para diferentes niveles

Para garantizar que las actividades sean inclusivas y respondan a las diversas necesidades del alumnado, se presentan a continuación algunas sugerencias basadas en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Estas pautas están diseñadas para fomentar el compromiso con las actividades y facilitar la consecución de los objetivos educativos planteados:

- Pautas a nivel visual:
 - Reforzar con pictogramas o colores llamativos para diferentes acciones como ayudar a planificar o explicar los bloques de código antes de jugar
 - Usar tarjetas con letras grandes y en colores diferenciados
- Pautas a nivel manipulativo:

- Usar tarjetas físicas de comandos antes de aplicarlos en la pantalla o al robot
- Uso de pantalla táctil en lugar de ratón si es necesario
- Pautas a nivel expresivo:
 - Representar los movimientos con el cuerpo antes de jugar.
 - Proponer que antes de mover el robot, repasen la palabra con letras móviles o imanes
 - Juegos de dramatización y expresión corporal antes de pasar a la programación.
- Pautas de dificultad progresiva:
 - Iniciar con movimientos simples y aumentar la complejidad gradualmente o con pocas emociones y aumentar el número progresivamente.

3.5. Actividades prácticas de robótica en Educación Infantil.

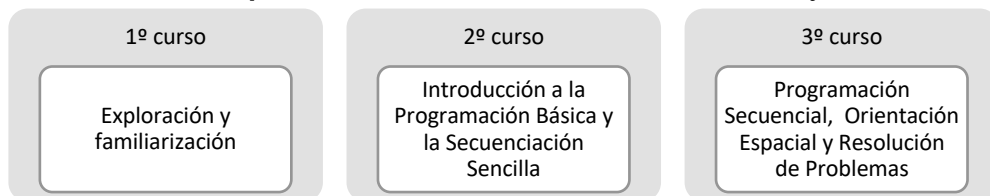
En este apartado se trata de orientar al profesorado en la introducción de la robótica en la etapa de Educación Infantil, teniendo en cuenta los objetivos de esta etapa educativa. No existen muchas propuestas de planificación de actividades empleando robots en Educación Infantil (Gómez-Plasencia, 2020) e integrándola de forma globalizada en las diferentes áreas.

Se ha llevado cabo una propuesta de secuenciación de las competencias en robótica para los diferentes niveles de infantil y se han tenido en cuenta las áreas desde las que se pueden llevar a cabo las actividades de robótica y que contribuyen al desarrollo integral de los niños y niñas. Cada actividad estará diseñada para desarrollar habilidades específicas y fomentar el aprendizaje a través del juego y la exploración.

El enfoque, como no puede ser de otro modo, se centrará en el segundo ciclo de Educación Infantil. En el primer nivel, se llevarán a cabo actividades de exploración y familiarización; en el nivel de segundo, se avanzará hacia la introducción de la programación básica y la secuenciación sencilla; y en el tercer nivel, se trabajará la programación secuencial, la orientación espacial y la resolución de problemas (Tabla 2).

Tabla 2

Secuenciación de competencias en robótica en el 2º ciclo de Educación Infantil.



Fuente. Elaboración propia.

Dado que el currículo de Educación Infantil, aunque posee un carácter global, está estructurado en tres áreas: *Crecimiento en armonía*, *Descubrimiento y exploración del entorno* y *Comunicación y representación de la realidad* (RD 94/2022), el planteamiento de los objetivos relacionados con la robótica (Tabla 3) se realizará atendiendo a estas áreas, ya que resultan especialmente útiles para la programación educativa. No obstante, cabe destacar que el análisis de las propuestas vinculadas a esta etapa sigue estando marcado por una tendencia globalizadora (Sánchez-Vera, 2020).

Tabla 3

Objetivos de robótica en las tres áreas de Educación Infantil.

Ciclo: 2º ciclo de EI	Curso: 1º
Exploración y Familiarización	
Área 1: Crecimiento en armonía	
<p>Objetivos</p> <p>Desarrollar la coordinación óculo-manual y la motricidad fina a través de la manipulación de los robots y sus accesorios.</p> <p>Iniciarse en la comprensión de la relación causa-efecto a través de acciones sencillas con los robots (experimentar que, al pulsar un botón, algo sucede).</p> <p>Comenzar a utilizar el lenguaje oral para describir acciones básicas de los robots ("¡Mira, anda!").</p>	
Área 2: Descubrimiento y exploración del entorno	
<p>Objetivos:</p> <p>Mostrar curiosidad e interés por los robots educativos como objetos manipulables y explorables (descubrir cómo son, qué hacen).</p> <p>Identificar las partes básicas del robot (exploración táctil y visual).</p> <p>Observar el movimiento del robot después de una acción (exploración del espacio cercano).</p>	
Ámbito 3: Comunicación y representación de la realidad	
<p>Objetivos</p> <p>Comenzar a utilizar el lenguaje oral para describir acciones básicas de los robots.</p> <p>Indicar al adulto una acción sencilla para que la programe en el robot (comunicación de deseos e intenciones).</p>	

Ciclo: 2º ciclo de EI	Curso: 2º
Introducción a la Programación Básica y la Secuenciación Sencilla	
Área 1: Crecimiento en armonía	
<p data-bbox="164 347 275 378">Objetivos</p> <p data-bbox="164 396 1120 456">Desarrollar habilidades de planificación y anticipación al prever el movimiento del robot en secuencias sencillas.</p> <p data-bbox="164 475 1120 535">Iniciarse en la resolución de problemas simples cuando el robot no realiza la acción esperada (intentar de nuevo, pedir ayuda).</p> <p data-bbox="164 553 1120 613">Colaborar con otros niños y niñas en la realización de actividades con los robots (compartir ideas, turnos).</p>	
Área 2: Descubrimiento y exploración del entorno	
<p data-bbox="164 682 275 713">Objetivos</p> <p data-bbox="164 731 1120 791">Comprender el concepto de secuencia de acciones para que el robot realice una tarea sencilla (entender que hay un orden para que haga lo que queremos).</p> <p data-bbox="164 809 1120 869">Identificación de direcciones ("adelante", "atrás", "izquierda", "derecha") en relación con el robot y al espacio.</p> <p data-bbox="164 888 1120 948">Programar el robot para que recorra líneas rectas o caminos con un solo giro (orientación espacial básica).</p>	
Ámbito 3: Comunicación y representación de la realidad	
<p data-bbox="164 1017 275 1048">Objetivos</p> <p data-bbox="164 1066 1120 1126">Utilizar el lenguaje oral para describir secuencias de acciones sencillas ("Primero va recto, luego gira").</p> <p data-bbox="164 1144 1120 1204">Objetivo: Incorporar vocabulario de programación básico ("secuencia", "paso", "girar").</p> <p data-bbox="164 1223 1120 1283">Objetivo: Narrar la secuencia que se va a realizar antes de ejecutar la programación (planificación y comunicación).</p>	

Ciclo: 2º ciclo de EI	Curso: 3º
Desarrollo de la Programación Secuencial, la Orientación Espacial y la Resolución de Problemas	
Área 1: Crecimiento en armonía	
<p>Objetivos</p> <p>Planificar y programar secuencias de acciones más complejas para que el robot realice tareas específicas (mayor autonomía en la planificación).</p> <p>Resolver problemas de programación de forma más autónoma, identificando errores y proponiendo soluciones (desarrollo del pensamiento crítico).</p> <p>Mostrar interés por explorar las diferentes funcionalidades de los robots (iniciativa y curiosidad).</p>	
Área 2: Descubrimiento y exploración del entorno	
<p>Objetivos</p> <p>Desarrollar la orientación espacial y la comprensión de giros y desplazamientos en un espacio determinado (en cuadrículas, recorridos más elaborados).</p> <p>Utilizar diferentes comandos y funcionalidades del robot para interactuar con el entorno (sensores, sonidos, luces).</p> <p>Diseñar recorridos para el robot, anticipando los movimientos necesarios (planificación espacial).</p>	
Área 3: Comunicación y representación de la realidad	
<p>Objetivos</p> <p>Utilizar el lenguaje oral y gráfico para representar secuencias de programación (desarrollo de diferentes formas de comunicación).</p> <p>Incorporar vocabulario avanzado relacionado con la programación ("bucle", "condición" de forma intuitiva).</p> <p>Explicar el proceso de planificación, programación y depuración de la secuencia (metacognición y comunicación del proceso).</p>	

Fuente. Elaboración propia.

Integrar la robótica educativa en Educación Infantil contribuye al crecimiento en armonía, pues fomenta la autonomía en la resolución de problemas, la planificación, la coordinación motora y la confianza en las propias capacidades. Favorece, además, el descubrimiento y exploración del entorno, pues desarrolla la comprensión de la relación causa-efecto, la orientación espacial, la exploración del espacio y la interacción con los objetos. De la misma forma, contribuye al desarrollo de la comunicación y representación de la realidad, pues enriquece el vocabulario,

mejora la expresión oral, introduce formas básicas de representación de secuencias y fomenta la comunicación de ideas y procesos.

Al relacionar los objetivos de robótica con los ámbitos del currículo, se evidencia cómo esta herramienta no es un fin en sí mismo, sino un medio poderoso para alcanzar los objetivos generales de la etapa y promover un desarrollo integral del alumnado de Educación Infantil.

Los objetivos y contenidos trabajados en las actividades de Educación Infantil se diseñan y estructuran de acuerdo con las normativas educativas vigentes, entre las que se incluyen:

-La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE).

-El Real Decreto 95/2022 de 1 de febrero por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil.

En este marco, las actividades diseñadas buscan contribuir al logro de los objetivos planteados previamente (Tabla 3) y, de manera más concreta, están orientadas a alcanzar los siguientes objetivos específicos: Iniciarse en el dominio de la lateralidad mediante la robótica en el aula.

- Utilización del espacio del aula teniendo control corporal (postura, dirección y posición).
- Adquirir nociones básicas de Pensamiento Computacional.
- Acercarse al lenguaje de programación.
- Identificar un robot y conocer sus características.
- Participar en el desarrollo de las actividades del aula en relación con las TIC.
- Manipular y experimentar con robots.
- Aprendizaje mediante descubrimiento mediante la utilización del conocimiento científico: ensayo-error.
- Utilizar de manera adecuada las posibilidades de los robots.
- Mejorar el trabajo en equipo, compartir recursos y experiencias con sus iguales.
- Iniciarse en la resolución de problemas sencillos de manera autónoma.

Es preciso tener en cuenta que, previamente a realizar la propuesta de actividades que se quiere llevar a cabo, es necesario que los principios metodológicos a emplear se adapten a las características de la etapa (RD 95/2022). Entre estos principios destacan la promoción de aprendizajes significativos desde el principio globalizador, la atención a la diversidad, desde el DUA y mediante el juego y el trabajo cooperativo, así como el fomento de la autonomía. En la Tabla 4 se resumen las 15 actividades propuestas.

Tabla 4*Actividades de robótica por curso.*

Actividades 1º curso	Actividades 2º curso	Actividades 3º curso
1. Bienvenida al robot	1. Creamos un tablero (según proyecto)	1. Las emociones de los robots
2. Aprender a manejar el robot	2. Nuestro robot viaja en el tablero	2. Recolectamos zanahorias
3. Me muevo como un robot	3. Viajando por los números	3. Formamos palabras
4. El laberinto	4. Laboratorio de programación	4. Diferentes juegos con la tablet
5. Capturamos figuras geométricas	5. ¿Quién me programa a mí?	5. Pesado o ligero

Fuente. Elaboración propia.

Es preciso tener en cuenta que, para llevar a cabo estas actividades, es importante disponer de, al menos, dos robots diferentes.

A continuación, en las tablas 5, 6 y 7 se describen las 15 actividades diseñadas para Educación Infantil.

Tabla 5

Actividades de robótica para 1º curso del segundo ciclo de Educación Infantil.

Actividades para 1º curso del 2º ciclo de Educación Infantil	
Título de la actividad	Bienvenida al robot
Curso	1º
Agrupamiento	Gran grupo
Saberes básicos	<p>Área 1- <i>Crecimiento en armonía</i> D- Interacción socioemocional con el entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i> A- Diálogo corporal con el entorno B- Experimentación en el entorno.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar curiosidad e interés por los robots educativos como objetos manipulables y explorables (descubrir cómo son, qué hacen). - Identificar las partes básicas del robot (exploración táctil y visual). - Observar el movimiento del robot después de una acción (exploración del espacio cercano).
Competencias clave	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendedora.
Recursos materiales	<p>y Materiales: robot seleccionado (Bee-Bot o similares), recursos diversos para motivación.</p> <p>Espacios: el aula, el huerto, etc.</p>
Desarrollo	2 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • En la asamblea, invitar al alumnado a compartir sus conocimientos sobre las abejas. Se les puede motivar presentando un vídeo sencillo, un cuento, muñecos, fotografías, etc. Se les anima a representar, mediante dibujos o palabras, las ideas que vayan surgiendo: miel, panal, colmena, rayas, colores, antenas, flores, polen, aguijón, etc. • Tras los conocimientos previos evaluados, salimos al patio u otro punto del colegio y descubrimos una sorpresa, ver a Bee-Bot u otro robot. • Relacionar el hallazgo con lo que saben: si es Bee-Boot, la presentamos como una abeja, le encantan las flores, revolotea por el patio, etc. Preguntarles dónde podría encontrar la abeja, flores que le gustarán en su ciudad y orientar sus reflexiones y aportaciones hacia las floristerías. Animarlos a explicar si conocen alguna y a describir su actividad como comercio cercano, dónde están o qué venden.

	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar a su nueva amiga, Bee-bot, y explicar que <i>bee</i> significa “abeja” en inglés. Invitarles a repetir la palabra y a moverse alrededor del huerto imitando el zumbido de las abejas. De regreso al aula, invitarlos a explorar las características de Bee-bot para llamar su atención sobre su color, forma o tamaño. Se les pide que expliquen para qué creen que servirán los botones, qué pueden significar las flechas de colores, etc. Es aconsejable orientar sus comentarios hacia el concepto de robot e invitarles a explicar qué son, dónde pueden verse, en qué se parecen a otras máquinas. • Animarlos a resumir lo que ha ocurrido en la sesión y a hacer un dibujo de sus hallazgos.
Evaluación	<p>Observación directa y sistemática. Escala de observación (Muestra interés por manipular el robot, intenta encenderlo y apagarlo, coordina sus movimientos al interactuar con él, reacciona a las acciones del robot, explora las diferentes partes del robot, sigue con la mirada el movimiento del robot, muestra curiosidad por lo que hace, intenta comunicarse con el robot o con el adulto sobre el robot), diario de clase.</p> <p>Conversaciones y preguntas dirigidas: ¿Utiliza palabras sencillas para referirse al robot o a sus acciones? Utiliza palabras como “anda”, “para”, “aquí”.</p>
Título de la actividad	Aprender a manejar a Bee-Bot
Curso	1 ^o
Agrupamiento	Gran grupo
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A. El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>B. Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>A- Diálogo corporal con el entorno. Exploración creativa de objetos, materiales y espacios.</p> <p>B- Experimentación en el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la coordinación óculo-manual y la motricidad fina a través de la manipulación de los robots y sus accesorios. - Iniciarse en la comprensión de la relación causa-efecto a través de acciones sencillas con los robots. - Comenzar a utilizar el lenguaje oral para describir acciones básicas de los robots.

Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendedora.
Recursos materiales y	Materiales: robot seleccionado (por ejemplo, Bee-Bot), tarjetas con órdenes. Espacios: el aula, patio.
Desarrollo	3 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • Sentados en círculo en el suelo, situar a Bee-Bot en el centro. Invitarlos a recordar cómo la descubrieron y a describir cómo es, qué tiene en la espalda, para qué creen que sirven los botones. Guiar el intercambio de opiniones con preguntas como: <i>¿Cómo es? ¿En qué se parece/diferencia de otras abejas? ¿Qué características tiene? ¿Para qué servirán esos botones? ¿Cómo creéis que podemos hacerla funcionar? ¿Qué botón tendremos que utilizar? ¿Qué hará Bee-bot si pulsamos este botón? ¿Y si pulsamos dos?</i> • Tras una serie de preguntas, el docente presentará las tarjetas con flechas y comandos para enseñar o recordar los conceptos de delante, atrás, derecha, izquierda. Presentar una tarjeta e invitarlos a realizar el desplazamiento. • Explicarles que Bee-bot solo se moverá después de recibir la orden "GO". Para ello, invitar a un voluntario o voluntaria a elegir una tarjeta de comando y mostrarla a un compañero o compañera para que la realice, solo si después le muestra también la tarjeta «GO», a modo de juego <i>Simon says</i>. Repetir el procedimiento con los comandos "CLEAR" y "PAUSE". • Una vez que el alumnado lo ha entendido, sobre el mismo suelo, el docente irá indicándole al alumnado que realice una acción de uno en uno y que, después de darle al botón adecuado a la acción, pulsen también el de "Go" porque si no, nuestra amiga no se mueve.
Evaluación	Observación directa y sistemática. Rúbrica de observación: a) participa activamente en el círculo; b) muestra interés y curiosidad por Bee-Boot, responde a las preguntas; c) qué características menciona, es capaz de identificar los botones, ofrece ideas sobre su función; d) realiza correctamente el desplazamiento al mostrar la tarjeta; e) Entiende la necesidad de la tarjeta "GO"; e) Asocia correctamente la acción con el botón correspondiente al realizar la actividad individual; f) Respeta los turnos de palabra. Conversaciones y preguntas dirigidas: ¿Utiliza palabras clave "adelante", "atrás", "GO" de forma espontánea o guiada?? Es

	capaz de seguir las indicaciones de la profesora durante la actividad individual.
Título de la actividad	Me muevo como un robot
Curso	1º
Agrupamiento	Individual o gran grupo
Contenidos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>D- Interacción socioemocional en el entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>B – Diálogo corporal con el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>C- Comunicación verbal oral</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la coordinación espacial. - Comprensión oral de órdenes sencillas relacionadas con el cuerpo.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender.
Recursos y materiales	Espacios: el patio.
Desarrollo	2 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • Situados en hilera en el patio, les vamos dando indicaciones básicas de movimiento: adelante, atrás, derecha e izquierda (mediante símbolos con diferentes colores), mientras realizan un pequeño recorrido. • A la señal del docente, el alumnado deberá darse la vuelta y cambiar el sentido de la marcha para realizar el recorrido en dirección contraria. Se debe respetar el ritmo de cada uno y facilitar ayuda si fuera necesaria hasta completar el recorrido.
Evaluación	Rúbrica de observación con los siguientes criterios: a) coordinación espacial: sigue el recorrido propuesto; b) comprensión de órdenes orales básicas (adelante, atrás, derecha, izquierda); c) respuesta a la señal de cambio de dirección. d) respeto del ritmo propio y de los demás; d) autonomía en el recorrido.
Título de la actividad	El laberinto
Curso	1º
Agrupamiento	Individual
Saberes básicos	<p>Área 1- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo.</p> <p>B- Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>A- Diálogo corporal con el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p>

	C- Comunicación verbal oral H- El lenguaje y la expresión corporales
Objetivos	- Introducirse en el lenguaje de programación - Asimilar los conceptos de movimiento.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender.
Recursos y materiales	Materiales: banco, aros, cuerdas, tarjetas con movimientos básicos (avanzar, girar a la izquierda, girar a la derecha, pausar, retroceder). Espacios: el patio.
Desarrollo	1ó 2 sesiones
Instrucciones	En el patio el docente habrá montado un laberinto/circuito con bancos, aros, cuerdas, etc. Explicamos al alumnado que vamos a convertirnos en robots y que seguiremos instrucciones para movernos por el laberinto. Mostraremos las tarjetas de movimiento y hacemos una pequeña demostración de cada una. Se reparten las tarjetas y el alumnado debe ejecutar el movimiento de las tarjetas que les toca. Se les puede animar a que imiten a un robot con sonidos y movimientos mecánicos. Se pueden plantear desafíos en circuito. Para ello, se organizan los materiales y cada niño o niña recibe 3 tarjetas y debe realizar la secuencia de movimientos en el circuito según lo que le ha tocado. Se enfatiza la noción de secuencia: primero avanza, luego giro, luego salto un aro.
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) comprende las instrucciones de las tarjetas de movimiento; b) Ejecuta los movimientos básicos; c) Secuencia los movimientos en el laberinto; d) Explica con palabras simples qué acción realiza; e) participa activamente en la actividad.
Título de la actividad	Capturamos figuras geométricas
Curso	1º
Agrupamiento	Parejas
Saberes básicos	Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i> A- Diálogo corporal con el entorno Área 3- <i>Comunicación y representación de la realidad</i> C- Comunicación verbal oral H- El lenguaje y la expresión corporales
Objetivos	- Reconocer las figuras geométricas trabajadas en el aula. - Comenzar a utilizar el lenguaje oral para describir acciones básicas de los robots. - Desarrollar la colaboración y la toma de turnos.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender.

Recursos materiales	y Materiales: robot programable, tapete cuadriculado con diferentes figuras geométricas (círculo, cuadrado, triángulo, etc.). Espacios: el aula.
Desarrollo	3 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • En parejas se da un tablero con diferentes figuras geométricas, un robot y tarjetas con las diferentes figuras a encontrar (triángulo, cuadrado, círculo, rectángulo...). • Por turnos, un niño o niña escoge una figura y el otro programará al robot para que consiga capturar esa figura en el tablero. Después se intercambian los roles. Antes de cada movimiento, deben decir en voz alta el nombre de la figura a la que se dirigen y, si es posible, contar cuántos lados tiene. Con las figuras conseguidas irán construyendo lo que quieran a modo de juego con bloques lógicos. • Se pueden añadir desafíos como identificar colores, además de las figuras geométricas, o combinar varias figuras en una sola "misión".
Evaluación	<p>Se utilizarán rúbricas de observación con los siguientes criterios de evaluación: a) reconocimiento de figuras geométricas; b) uso del lenguaje oral para describir la acción del robot; c) programación del robot y d) uso creativo de las figuras conseguidas.</p> <p>Un registro anecdótico donde se registrarán observaciones cualitativas sobre: expresiones espontáneas del niño o niña al hablar de las figuras y los movimientos del robot, la interacción con su pareja, las reacciones emocionales ante los éxitos y dificultades, las estrategias utilizadas para resolver problemas.</p>

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 6

Actividades de robótica para 2º curso del segundo ciclo de Educación Infantil.

Actividades para 2º curso del 2º ciclo de Educación Infantil	
Título de la actividad	Creamos un tablero (según proyecto)
Curso	2º
Agrupamiento	Individual
Saberes básicos	<p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i> B- Experimentación en el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i> G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un tablero de programación. - Establecer relaciones de agrupamientos, clasificación, orden y cuantificación.

	- Desarrollar la imaginación y creatividad en las artes plásticas.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	Materiales: banco, aros, cuerdas, tarjetas de señalización. Espacios: el aula.
Desarrollo	4 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • Alentamos a los alumnos/as a dibujar o realizar en plastilina imágenes sobre el tema del proyecto que estemos trabajando (los animales, lugares de casa, la ciudad...). • Una vez seleccionado que queremos dibujar, les entregamos a los discentes una lámina de 9x9 cm para que allí dibujen lo hablado y posteriormente lo pinten. • Animar al alumnado a describir los dibujos antes de colocarlos en el tablero. • Al término de todos los dibujos los juntamos a modo de puzle para formar un tablero en el que se pueda mover nuestro robot.
Evaluación	Rúbrica de observación: Criterios de evaluación: a) Participación en la creación del tablero; b) Agrupación, clasificación y orden; c) Cuantificación; d) Creatividad e imaginación; e) Trabajo cooperativo. Nos fijaremos en cómo reacciona al ver su dibujo en el tablero (si muestra entusiasmo, si lo reconoce, etc).
Título de la actividad	Nuestro robot viaja en el tablero
Curso	2º
Agrupamiento	Parejas o en gran grupo
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A.- El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>D- Interacción socioemocional en el entorno.</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>B.- Experimentación en el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>B- Las lenguas y sus hablantes</p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer y utilizar vocabulario específico del tema del proyecto. - Asociar las palabras con las imágenes del tablero. - Programación del robot para conseguir un fin.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	Materiales: robot Bee-Bot, Next..., tablero creado en clase por los discentes, tarjetas de vocabulario.

	Espacios: el aula.
Desarrollo	3 sesiones
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • En el aula y, sentados en el suelo, mostramos las tarjetas de vocabulario y las señalamos en el tablero. • Según la distribución seleccionada, dejar las tarjetas de vocabulario hacia abajo y que ellos vayan levantándolas y programando al robot para llegar a la imagen dentro del tablero. • Una vez que hayan asimilado el juego, con las tarjetas se irán diciendo los lugares del dibujo con la voz, así asociarán las imágenes con las palabras.
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) Reconocimiento del vocabulario; b) Asociación de palabras con imágenes; c) programación básica del robot; d) Atención y participación en la actividad; e) Asociación auditiva (vincular palabra con imagen sin apoyo visual). Se puede introducir una autoevaluación lúdica donde, mediante símbolos, puedan expresar cómo se sintieron en la actividad.
Título de la actividad	Viajando por los números
Curso	2 ^o
Agrupamiento	Grupos pequeños o parejas
Saberes básicos	Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i> B.- Experimentación en el entorno Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i> C- Comunicación verbal oral. D- Aproximación al lenguaje escrito I- Alfabetización digital
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer la noción de cantidad - Representar el número en la realidad - Reconocimiento numérico
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos materiales	y Materiales: robot movable, tablero creado en clase por el alumnado, Dados normales y Dados con números. Espacios: el aula.
Desarrollo	3 sesiones
Instrucciones	Con el tablero creado, un dado y el robot seleccionado, el alumnado, por turnos, tendrá que desplazar el robot a tantos lugares como indique el dado lanzado previamente.
Evaluación	Rubrica de observación. Criterios de evaluación: a) reconocimiento de la cantidad indicada por el dado; b) correspondencia entre cantidad y desplazamiento del robot; c) reconocimiento numérico; d) espera del turno y respeto a los compañeros o compañeras; e) interés y disfrute en la actividad.

	Se puede añadir una autoevaluación lúdica para que expresen como se han sentido.
--	--

Laboratorio de programación	
Título de la actividad	
Curso	2º
Agrupamiento	Individual o parejas
Saberes básicos	<p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>C- Hábitos de vida saludable para el autocuidado</p> <p>D- Interacción socioemocional en el entorno</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>C- comunicación verbal oral</p> <p>D- Aproximación al lenguaje escrito</p> <p>G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora del lenguaje de programación. - Asimilar los conceptos de movimiento. - Inicio del uso de hardware.
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos materiales	y Materiales: ordenador individual (o uno por pareja) y juego de programación de Google (https://santatracker.google.com/intl/es/codelab.html). Tarjetas con comandos de movimiento.
Desarrollo	2 vez a la semana 20 minutos.
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • Primera sesión: exploramos y descubrimos. Presentamos el juego <i>Code Lab</i> de <i>Santa Tracker</i> y explicamos cómo arrastrar los bloques de programación para mover el personaje. • A continuación, dejamos que el alumnado, en parejas, mueva el personaje utilizando los bloques básicos (avanzar, girar). Animar a los estudiantes para que verbalicen los movimientos que van programando. Reforzar el concepto de dar instrucciones precisas. • Segunda sesión: recordamos la sesión anterior y se introduce un pequeño desafío. Se plantea la siguiente pregunta: ¿Podremos hacer que el elfo recoja el regalo en el menor número de movimientos? El alumnado trabaja por parejas y, al final, elegimos una pareja para mostrar su solución en la pantalla de la clase y que los demás la comenten. Se reflexiona sobre lo aprendido.
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) comprensión de la secuencia de programación; b) uso de los conceptos de movimiento; c) interacción con el hardware; d) verbalización de acciones; e) participación y trabajo en equipo.

Título de la actividad		¿Quién me programa a mí?
Curso	2º	
Agrupamiento	Pequeño grupo	
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i> A- Diálogo corporal con el entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i> A- Diálogo corporal con el entorno.</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i> C- Comunicación verbal oral. H- El lenguaje y la expresión corporales</p>	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Introducirse en el lenguaje de programación - Asimilar los conceptos de movimiento. 	
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.	
Recursos materiales	y	Material: tarjetas con movimientos de programación (flechas, giros derecha e izquierda). Espacios: el patio.
Desarrollo	2 sesiones	
Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • En el patio se forman grupos de niños y niñas (2-3) y se reparten las tarjetas que contienen movimientos ya presentados en clase (IR, PAUSAR, AVANZAR, RETROCEDER, GIRO IZDA, GIRO DCHA). • Dentro del grupo, se propone un “encargado” que va a ir rotando cada vez que se termine la serie de los movimientos. • El encargado va enseñando, en grupos de 4 tarjetas, los movimientos que tienen que realizar sus compañeros y compañeras, entendiendo por movimientos lo siguiente: “avanzar un paso y girar a la izquierda”, “retroceder dos pasos y girar hacia la derecha”. 	
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) comprensión de los movimientos avanzar, retroceder, girar; b) Secuenciación de instrucciones; c) desempeño como encargado; d) coordinación del movimiento; e) Interacción y trabajo en equipo.	

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 7

Actividades de robótica para 3º curso del 2º ciclo de Educación Infantil.

ACTIVIDADES PARA 3º CURSO DEL 2º CICLO DE EDUCACIÓN INFANTIL	
Título de la actividad	Las emociones de los robots
Curso	3º
Agrupamiento	Gran grupo
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo.</p> <p>B- Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>D- Interacción socioemocional en el entorno.</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>C- Indagación en el medio físico y natural.</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>E- Aproximación a la educación literaria</p> <p>G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<p>Identificar y nombrar las emociones más comunes en sí mismo y los demás (alegría, tristeza, miedo, enfado, calma, sorpresa). Relacionar las emociones con los colores según el cuento “el monstruo de los colores” de Anna Llenas (Llenas, 2012). Programar un robot para desplazarse hacia el color correspondiente.</p>
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	<p>Material: robot seleccionado; tableros con diferentes colores de las emociones y con caras que expresen las emociones; tarjetas con las emociones y con colores; cuento “el monstruo de los colores”.</p> <p>Espacios: el aula.</p>
Desarrollo	3 sesiones
Instrucciones	<p>Proyectar el vídeo del cuento “El monstruo de las emociones” o una versión interactiva en la pizarra digital.</p> <p>Detenerse en cada una de las emociones y en los colores que las representan. Cuando el docente dice una emoción, los niños y niñas elegirán el color correcto. Invitarles a dibujar en tarjetas individuales oillos de cada uno de los colores y a escribir (o copiar) debajo el nombre de la emoción. Luego, pueden intercambiarlas con los compañeros y compañeras o jugar por parejas a mostrar y dramatizar la emoción de la tarjeta.</p> <p>Invitarles a localizar imágenes en revistas, folletos, cuentos o cualquier otro recurso en las que aparezcan rostros que</p>

	<p>representen las distintas emociones, o bien escenas que las sugieran.</p> <p>Explicar que el robot está aprendiendo sobre emociones y que le ayudarán a encontrar la emoción correcta en el tablero. El alumnado saca una tarjeta con una cara expresando una emoción y debe identificar cómo se siente el personaje. Luego programa el robot para que se desplace hasta el color correspondiente.</p> <p>Se cuenta una mini-historia donde el personaje pasa por diferentes emociones (Ejemplo: "María perdió su juguete y se puso... (triste), Luego su amigo se lo devolvió y se sintió... (feliz)"). El alumnado programa el robot para recorrer las emociones en orden.</p>
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) Identificación de emociones; b) Asociación de emociones con colores; c) Expresión de las emociones; d) Programación del robot; e) Secuencia de emociones en la historia.
Título de la actividad	Recolectamos zanahorias
Curso	3º
Agrupamiento	Individual o parejas
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>B- Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>D- Interacción socioemocional en el entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>A- Diálogo corporal con el entorno.</p> <p>C- Indagación en el medio físico y natural.</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<p>Mejorar del lenguaje de programación.</p> <p>Asimilar los conceptos de movimiento.</p> <p>Mejorar del uso de hardware.</p>
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	<p>Materiales: ordenador o tableta con el juego de programación de Google Doodle: 50 años de programación infantil (https://www.google.com/doodles/celebrating-50-years-of-kids-coding)</p> <p>Espacios: el aula.</p>
Desarrollo	2 vez a la semana durante 15 minutos.
Instrucciones	Explicación breve del juego en la pizarra digital, haciendo un ejemplo entre toda la clase antes de que trabajen por parejas.

	<p>Planificar en equipo: un niño o niña actúa como “programador” (elige los bloques de movimiento) y otro niño o niña es el “ejecutor” o “ejecutora” (coloca los bloques en la pantalla) y juntos deciden la mejor secuencia de comando antes de ejecutarla.</p> <p>Se intercambian los papeles después de cada nivel superado.</p> <p>Se fomenta que verbalicen lo que hacen.</p> <p>Se les anima a probar diferentes estrategias si fallan.</p> <p>Reflexión: ¿Cómo lograron que el conejo llegara a la zanahoria?</p> <p>Se refuerza la idea de que fallar y probar nuevas soluciones es parte del aprendizaje.</p>
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) Reconoce los bloques de programación y su función; b) Secuencia correctamente los bloques de movimiento; c) Explica verbalmente los movimientos programados; d) Colabora con su compañero o compañera en la planificación del código; e) Usa correctamente el hardware.
Título de la actividad	Formamos palabras
Curso	3º
Agrupamiento	Parejas
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>B- Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>C- Hábitos de vida saludable para el autocuidado y el cuidado del entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>C- Indagación en el medio físico y natural</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>A- Intención e interacción comunicativas</p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>D- Aproximación al lenguaje escrito</p> <p>G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<p>Reconocer las palabras relacionadas con el proyecto.</p> <p>Formar las palabras programando al robot.</p>
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	<p>Material: robot seleccionado; Tablero de abecedario; tarjetas de palabras relacionadas con el tema a trabajar.</p> <p>Espacios: la clase.</p>
Desarrollo	4 sesiones
Instrucciones	En parejas, repartir un panel del abecedario, un robot y las tarjetas de vocabulario elaboradas.

	<p>Por turnos, un estudiante escoge una palabra y pide al compañero o compañera que programe al robot para que vaya de letra en letra formando la palabra correspondiente.</p> <p>Al término del tiempo estimado, las parejas contabilizan las palabras que han compuesto.</p> <p>Las parejas pueden exponer en un tablón o mural las tarjetas de las palabras que han compuesto y, entre todos, recordarlas, leerlas, explicar lo que saben sobre esos lugares, etc.</p>
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) reconoce las letras del abecedario en el tablero; b) relaciona las palabras del vocabulario con su escritura; c) programa el robot correctamente para formar la palabra; d) explica o verbaliza el proceso de formación de la palabra; e) colabora con su compañero o compañera.
Título de la actividad	Diferentes juegos con la tablet
Curso	3 ^o
Agrupamiento	Individual
Saberes básicos	<p>Área 1.- <i>Crecimiento en armonía</i></p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>C- Hábitos de vida saludable para el autocuidado y el cuidado del entorno</p> <p>Área 2.- <i>Descubrimiento y exploración del entorno</i></p> <p>C- Indagación en el medio físico y natural</p> <p>Área 3.- <i>Comunicación y representación de la realidad</i></p> <p>A- Intención e interacción comunicativas</p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<p>Mejora del lenguaje de programación</p> <p>Asimilar los conceptos de movimiento.</p> <p>Mejora del uso de hardware</p>
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento.
Recursos y materiales	<p>Materiales: ordenador individual o uno por pareja y juego de programación de Google</p> <p>(https://santatracker.google.com/intl/es/).</p> <p>Espacios: el aula o sala de ordenadores y tablets.</p>
Desarrollo	1 vez a la semana ½ h.
Instrucciones	<p>Diferentes posibilidades:</p> <p>“El camino de Papá Noel”: eExplicar que Papá Noel tiene que entregar regalos, pero necesita ayuda para encontrar el camino correcto. Cada niño/a deberá programar correctamente a Papá Noel para que llegue a su destino. Antes de ejecutar el código, el</p>

	<p>niño deberá anticipar verbalmente qué movimientos va a hacer y por qué. Si comete un error, deberá identificar qué bloque debe cambiar y corregirlo. Se pueden registrar los intentos y reflexionar sobre cómo mejorar el siguiente nivel.</p> <p>“Desafío de los regalos”: Se asignará el reto de recoger todos los regalos antes de llegar al destino final. Tendrán que pensar en una estrategia antes de programar los movimientos. Utilizarán el ratón, el teclado o la pantalla táctil según el dispositivo disponible. Después de cada intento, se hace una breve reflexión: ¿qué hiciste? ¿qué cambiarías en el próximo intento? ¿Cuál fue la parte más difícil?</p>
Evaluación	Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) Anticipa verbalmente los movimiento antes de programar; b) Utiliza correctamente los comando de movimiento en el juego; c) corrige errores en la programación y busca mejoras; d) usa el hardware con destreza; e) Participa activamente y muestra interés en la actividad.
Título de la actividad	Pesado o ligero
Curso	3º
Agrupamiento	Individual o por parejas
Saberes básicos	<p>Área 1.- Crecimiento en armonía</p> <p>A- El cuerpo y el control progresivo del mismo</p> <p>B- Desarrollo y equilibrio afectivos</p> <p>C- Hábitos de vida saludable para el autocuidado y el cuidado del entorno</p> <p>Área 2.- Descubrimiento y exploración del entorno</p> <p>C- Indagación en el medio físico y natural</p> <p>Área 3.- Comunicación y representación de la realidad</p> <p>A- Intención e interacción comunicativas</p> <p>C- Comunicación verbal oral</p> <p>G- El lenguaje y la expresión plásticos y visuales</p> <p>I- Alfabetización digital</p>
Objetivos	<p>Mejora del uso de hardware</p> <p>Relacionar los materiales con los conceptos pesado o ligero.</p>
Competencias	Comunicación lingüística; Matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; Competencia digital; Personal, social y de aprender a aprender; Emprendimiento
Recursos y materiales	<p>Materiales: Robot Dash and Dot con el complemento de la catapulta, cubos con diferentes materiales (piedra, corcho, madera, hierro, aluminio...), una báscula para medir el peso, cinta adhesiva o marcas en el suelo para definir zonas, tarjetas con los nombres de los materiales.</p> <p>Espacios: el aula.</p>
Desarrollo	3 sesiones de 20 mn.

Instrucciones	<p>Presentar los materiales al alumnado e indicarles que vamos a descubrir cuáles son más pesados y cuáles más ligeros. Dejar que los niños los toquen y animarles a usar las palabras “ligero” y “pesado” mientras exploran.</p> <p>Mostrar el robot Dash and Dot y su catapulta. Explicarles que el robot va a ayudarnos a mover los materiales y los pondrá en la catapulta. Les explicamos cómo usar la catapulta en el robot. Dividimos a los niños al alumnado en parejas. Un niño o niña controla el robot y otro selecciona el material que el robot debe lanzar. El niño o la niña que controle el robot debe programarlo para que mueva el material hasta la catapulta y lo dispare. Después de disparar el material, el alumnado clasificará el material en dos categorías: “pesado” y “ligero”. Usarán tarjetas con los nombres de los materiales. Si tienen acceso a la báscula, pueden medir los materiales y ver cual pesa más y cuál menos. Reflexionan sobre cómo el peso de los materiales afecta el funcionamiento de la catapulta.</p>
Evaluación	<p>Rúbrica de observación. Criterios de evaluación: a) uso del robot; b) vocabulario de “pesado” y “ligero”; c) colaboración y trabajo en equipo; d) reflexión sobre el peso de los materiales.</p>

Fuente. Elaboración propia.

3.6. Propuesta de evaluación

La evaluación se centrará en la observación directa, el análisis de producciones orales y manipulativas y el seguimiento de la progresión de cada estudiante en el uso de los robots educativos. Se propone utilizar los siguientes instrumentos de evaluación:

- Registros de observación: para documentar la interacción del alumnado con los robots y sus reacciones ante los desafíos planteados.
- Escalas de logro: para valorar el nivel de desarrollo de las competencias trabajadas en cada curso.
- Diarios de aula: para recoger reflexiones del docente sobre avances individuales y colectivos
- Muestras de trabajo: dibujos, narraciones orales o registros gráficos de secuencias programadas.

En la Tabla 8 se describen los indicadores de evaluación para cada curso teniendo en cuenta los objetivos planteados inicialmente en esta propuesta de desarrollo de la Robótica en Educación Infantil.

Tabla 8*Indicadores de evaluación por cursos y áreas.*

	1º Curso	2º Curso	3º Curso
	Exploración y familiarización	Introducción a la Programación Básica y la Secuenciación Sencilla	Desarrollo de la Programación Secuencial, la Orientación Espacial y la Resolución de Problemas
Área 1. Crecimiento en Armonía	Manipula los robots con precisión progresiva. Experimenta con acciones sencillas y comprende la relación causa-efecto. Expresa oralmente acciones básicas relacionadas con los robots.	Predice con precisión el movimiento del robot en secuencias básicas. Intenta solucionar problemas cuando el robot no responde como esperaba. Participa activamente en actividades colaborativas con los robots.	Planifica y programa secuencias más complejas con autonomía creciente. Identifica errores en la programación y propone soluciones. Explora activamente nuevas funciones de los robots.
Área 2. Descubrimiento y Exploración del Entorno	Muestra curiosidad por los robots y sus funciones. Identifica y nombra las partes básicas del robot. Observa y describe el movimiento del robot en el espacio.	Entiende el concepto de secuencia de acciones en la programación. Identifica correctamente las direcciones de movimiento. Programa el robot para recorrer trayectos simples con un solo giro.	Usa la orientación espacial para planificar recorridos en cuadrículas. Integra diferentes funcionalidades del robot en sus programaciones. Diseña trayectos más elaborados anticipando los movimientos necesarios.

<p>Área 3. Comunicación y Representación de la Realidad</p>	<p>Utiliza palabras sencillas para describir acciones del robot. Expresa verbalmente deseos de interacción con el robot.</p>	<p>Explica en voz alta secuencias sencillas antes de ejecutarlas. Usa vocabulario básico de programación. Relata de manera clara y ordenada lo que hará el robot.</p>	<p>Representa secuencias de programación con dibujos o gráficos. Usa términos avanzados de programación de forma intuitiva. Explica y reflexiona sobre su proceso de programación y depuración de errores.</p>
---	---	--	---

Fuente. Elaboración propia.

Los criterios de progresión se pueden plantear de la siguiente manera:

Nivel inicial: el alumnado explora y manipula los robots con ayuda del adulto, pero requiere orientación.

Nivel intermedio: el alumnado resuelve tareas sencillas con el robot, identifica algunas direcciones y muestra progresos en la anticipación del movimiento.

Nivel avanzado: el alumnado planifica las secuencias de manera autónoma, resuelve problemas y explica verbalmente sus decisiones.

La evaluación se centrará en el desarrollo progresivo de habilidades relacionadas con la robótica, la programación básica y la comunicación del pensamiento secuencial. Se fomentará un enfoque lúdico, en el que el alumnado aprenda a través de la exploración, la prueba y el error, y la colaboración con sus pares.

Para conseguir dicho proceso se sugiere una autoevaluación de su aprendizaje de las actividades individuales y grupales.

Se puede diseñar un registro de autoevaluación individual adaptado a la edad del alumnado. Para que sea accesible en Educación Infantil, se puede usar una tabla con pictogramas, colores y expresiones faciales para que los niños y niñas indiquen su nivel de logro.

4. IMPACTO ESPERADO

El impacto esperado de esta propuesta de intervención con robótica educativa integrada en el currículo de Educación Infantil puede analizarse desde diferentes perspectivas: desarrollo cognitivo, social y emocional, competencias digitales y aprendizaje por áreas.

a) *Impacto en el Desarrollo Cognitivo*

- Estimulación del pensamiento lógico y secuencial: la programación de robots introduce a al alumnado en la lógica computacional, ayudándoles a comprender la relación causa-efecto y a estructurar secuencias de acciones.
- Mejora de la resolución de problemas: a través de la exploración y prueba-error, se desarrollan estrategias para superar obstáculos y mejorar sus soluciones.
- Fomento del pensamiento creativo: la robótica educativa permite a los estudiantes diseñar sus propios recorridos, historias y desafíos, incentivando la creatividad y la imaginación.

b) *Impacto en el Desarrollo Social y Emocional*

- Trabajo en equipo y cooperación: las actividades con robótica suelen realizarse en parejas o grupos, favoreciendo la comunicación, el reparto de roles y la colaboración.
- Gestión de la frustración: aprender a programar un robot implica errores y correcciones, lo que ayuda al alumnado a desarrollar resiliencia y tolerancia a la frustración.
- Aumento de la autoestima y la motivación: la interacción con los robots, la resolución de retos y la observación de los resultados inmediatos generan entusiasmo y satisfacción en los niños y niñas.

c) *Impacto en las Competencias Digitales*

- Familiarización con la tecnología: introducir la robótica desde edades tempranas ayuda al alumnado a comprender que la tecnología no es solo para el consumo, sino también para la creación.
- Desarrollo del pensamiento computacional: aprenden a descomponer problemas en pasos más pequeños y a estructurar soluciones a través de comandos.
- Uso responsable de la tecnología: se promueve una actitud positiva y reflexiva sobre el uso de la tecnología en la vida cotidiana y en el aprendizaje.

d) *Impacto en el Aprendizaje por Áreas*

La integración de la robótica en el currículo de Infantil puede potenciar el aprendizaje en diversas áreas:

- Área de Crecimiento en Armonía
 - o Desarrollo de la motricidad fina a través de la manipulación del robot y su programación.

- Coordinación óculo-manual en el manejo del hardware y accesorios.
- Área de Descubrimiento y Exploración del Entorno
 - Comprensión de conceptos espaciales y direccionales (izquierda, derecha, adelante, atrás).
 - Experimentación con conceptos de física básica como velocidad, peso y equilibrio.
- Área de Comunicación y Representación de la Realidad
 - Uso del lenguaje oral para describir procesos y secuencias.
 - Introducción de vocabulario específico de programación (secuencia, comando, repetir).
 - Representación gráfica de recorridos y órdenes mediante esquemas o tarjetas.

e) *Impacto a Nivel Institucional y Familiar*

- Innovación pedagógica: la integración de la robótica educativa refuerza el enfoque de aprendizaje activo y basado en el juego, alineado con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).
- Mayor implicación de las familias: las actividades con robótica pueden extenderse al ámbito familiar, fomentando la participación de los padres y madres en el proceso de aprendizaje de sus hijos.
- Preparación para futuras etapas educativas: la introducción temprana a la robótica y la programación sienta las bases para la adquisición de competencias digitales en Primaria y Secundaria.

A modo de conclusión, se puede indicar que la robótica en el currículo de Educación Infantil tiene un impacto positivo en el desarrollo integral del alumnado, potenciando habilidades cognitivas, sociales y tecnológicas de manera lúdica y significativa. Además, permite innovar en las estrategias didácticas y fomentar un aprendizaje basado en la exploración y el descubrimiento.

REFERENCIAS

- Álvarez-Herrero, J. F. (2020). Pensamiento computacional en Educación Infantil, más allá de los robots de suelo. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1–11. <https://doi.org/10.14201/eks.22366>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>

- Bravo Sánchez, F., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120–136. <https://doi.org/10.14201/eks.9002>
- Espinosa, C., & Gregorio, M. (2018). La robótica en Educación Infantil. *Publicaciones Didácticas*, 90, 282–288. <https://recyt.fecyt.es/index.php/RIFOP/article/view/72087>
- García-Valcárcel, A., & Caballero, Y. A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, 59(27), 63–72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- Gómez Plasencia, M. (2020). Uso de la robótica en la etapa de Educación Infantil. *Revista de Educación, Innovación y Formación (REIF)*, 3, 142–155. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7698205>
- Great Schools Partnership. (2013, August 29). *Learning environment*. The Glossary of Education Reform. <http://edglossary.org/learning-environment/>
- Iglesias, M. L. (2008). Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje en educación infantil: Dimensiones y variables a considerar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 49–70. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie47a03.pdf>
- Llenas, A. (2012). *El monstruo de colores*. Flamboyant.
- López, M. G., Miguel, V., & Montaña, N. E. (2008). Sistema generador de ambientes de enseñanza-aprendizaje constructivistas basados en objetos de aprendizaje (AMBAR): La interdisciplinariedad en los ambientes de aprendizaje en línea. *Revista de Educación a Distancia*, 19. <https://revistas.um.es/red/article/view/23951/23191>
- Monsalves González, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81–117. <https://www.redalyc.org/pdf/659/65920055004.pdf>
- Ramírez-Benavides, K., & Guerrero, L. A. (2014). MODEBOTS: Entorno de programación de robots para niños con edades entre 4–6 años. *VAEP-RITA - Versión Abierta Español-Portugués*, 2(3), 139–146. <https://acortar.link/xhVlm8>

- Sánchez, M. M. (2021). La robótica, la programación y el pensamiento computacional en la Educación Infantil. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)*, 7(1), 209–234. <https://doi.org/10.22370/ieya.2021.7.1.2343>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Zorrilla-Puerto, J., Lores-Gómez, B., Martínez-Requejo, S., & Ruiz-Lázaro, J. (2023). El papel de la robótica en Educación Infantil: Revisión sistemática para el desarrollo de habilidades. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RiITE)*, 15, 188–194. <https://doi.org/10.6018/riite.586601>

ROBÓTICA EDUCATIVA, CAMBIO METODOLÓGICO PARA EL TRABAJO EN EL AULA

Rogelio Buceta Otero, Junta de Andalucía

María del Pilar Quicios García, UNED

1. INTRODUCCIÓN

En la comunidad académica no existe unanimidad de criterio sobre los efectos reales que la utilización de la robótica puede tener en los resultados académicos del estudiantado formado bajo este paradigma metodológico. Esta falta de criterio facilita el que, junto a los postulados de un grupo de escépticos y detractores de esta metodología, se encuentren, también, las conclusiones de investigaciones como las efectuadas por Casado, 2022; Ortega & Lázaro, 2022; Sáez, Buceta y De Lara, 2021; Bers, 2017; Di Lieto, Inguaggiato, Castro, Cecchi, Cioni, Dell’Omo & Dario, 2017; Sullivan & Bers, 2016 que defienden que la utilización de robots, en el quehacer educativo, tiene efectos directos sobre el estudiantado más joven formado con esta metodología.

En este capítulo, tras la realización de un estudio que utilizó (en la clase de matemáticas) el robot sigue líneas mBot con una programación, específicamente diseñada para trabajar encima de un tablero formado por cuadrículas que simulaban las distintas coordenadas del eje x y del eje y, y la selección de varios ítems de la escala de Aprendizaje activo (Hiltz, Coppola, Rotter, Turoff, & Benbunan-Fich, 2000), de la escala de Conceptos computacionales y ludificación (Sáez, Román & Vázquez-Cano, 2016), de la escala de Conceptos matemáticos (elaboración Buceta), de la escala de Utilidad percibida (adaptada de Davis, Bagozzi & Warshaw, 2002) y de la escala de Diversión/disfrute durante las actividades de aprendizaje (adaptada de Laros & Steenkamp, 2005) se toma una postura ecléctica sobre los dos extremos defendidos por la comunidad académica.

La postura intermedia, defendida en este capítulo, está motivada por dos hechos. El primero de ellos se asienta en la comprobación, cautelosa, de que el uso de robots en el ámbito educativo:

- facilita al estudiantado la calidad y rapidez del aprendizaje,
- aumenta en el estudiantado los conocimientos computacionales y matemáticos,
- mejora en el estudiantado la comprensión del concepto de eje de coordenadas y, por último,
- favorece, al estudiantado, la realización de operaciones básicas con mayor facilidad utilizando coordenadas.

El segundo hecho sobre el que se asienta la postura ecléctica defendida en este capítulo, parte de la comprobación de que el uso de la robótica educativa no refleja, directamente, mejoras en los resultados de rendimiento académico en el grupo de estudiantes que siguen esta metodología. Las dos afirmaciones sobre las que se sustenta este capítulo deben ser tomadas con cierta reserva. El hecho que recomienda esa prevención se encuentra en que la utilización—en la práctica educativa— de este tipo de robots está en sus primeras fases y el número de estudios publicados, sobre sus efectos en el estudiantado con ella formado, tampoco pueden ser contrastarlos adecuadamente ni resultan concluyentes.

Con el objetivo de que los docentes de los distintos niveles de enseñanza se animen a indagar en este posible cambio metodológico en su tarea diaria y, con ello, se amplíen las investigaciones sobre esta temática, en este capítulo se va a presentar una conceptualización, lo más unívoca posible, del origen y evolución de la robótica educativa y el posible cambio metodológico que puede conllevar su aplicación en el trabajo de aula.

2. ACERCAMIENTO CONCEPTUAL A LA ROBÓTICA EDUCATIVA

2.1. Origen y evolución de la robótica

El Diccionario de la Real Academia Española —DRAE— define la robótica como la 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. Esta definición permite afirmar que conceptualizar el término robótica exige una previa definición de su dispositivo objeto, el robot.

Robot es la traducción al inglés del término checo *robot* —término con el que se designaba en Chequia el trabajo forzado y el tiempo que los siervos dedicaban a su señor—. *Robota*, en su traducción anglosajona, significa máquinas automatizadas que realizan actividades diversas, algunas de ellas llevadas a cabo habitualmente por el ser humano (Groover, Weiss, Nagel & Odrey, 2013; Ghitis, Alexander y Vásquez, 2014) y este es el significado que se adopta en este capítulo para el término robot.

2.1.1. De la Robótica general a la Robótica educativa

Entendiendo la robótica general como la ciencia que fabrica y utiliza robots se pasa a describir una de sus aplicaciones, la robótica educativa. En este capítulo se conceptualiza la robótica educativa como la disciplina formativa que tiene por objetivo iniciar al estudiantado en la programación interactiva a través de sencillas tareas de programación. De esta definición se deduce que la finalidad de la robótica educativa es muy simple y se limita a que los autómatas realicen acciones previamente programadas.

La robótica educativa también puede definirse como un nuevo enfoque pedagógico en el que se utilizan robots y sistemas robóticos como herramientas

para promover la adquisición de nuevos conocimientos. Esto se persigue desde edades tempranas y desde un enfoque práctico. Partiendo de su definición, de su momento de iniciación y del enfoque de su ejecución, la robótica educativa estaría dirigida a la resolución de sencillos problemas a través de la aplicación de grandes dosis de creatividad. Es decir, en robótica educativa, el pensamiento convergente, divergente, computacional y lógico matemático confluyen en un entorno lúdico en el que el estudiantado construye y programa artefactos, cada vez más amigables, con el fin de adquirir conocimientos teóricos a través de juegos y actividades prácticas motivadoras (Reyes Vélez, 2017).

Inicialmente, la robótica educativa no se distinguía de la robótica general puesto que desde ambas modalidades constructivas fueron generándose, simultáneamente, múltiples artefactos tanto generalistas como educativos. Sin ánimo de ser exhaustivos se pasa a recoger algunos de ellos indicando su autor, fecha de construcción, nomenclatura y descripción:

- King-su Tse, el 500 a.C. construyó una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera capaz de dar saltos datados. Ambas piezas simulaban animales del entorno real con unos movimientos muy rudimentarios (Cervera, 2011).
- Arquitas de Tarento, el 350 a. C., construyó la *Paloma de Arquitas* propulsada por vapor, uno de los primeros ingenios automatizados que podía moverse por sí mismo.
- Filón de Bizancio, el 200 a. C., construyó un autómatas que se desplazaba por el agua y una catapulta receptiva.
- Arquímedes, también consiguió grandes avances en materia de ingeniería mecánica.
- Herón de Alejandría, en su tratado de neumática describió la construcción de diversos autómatas atribuyéndosele la construcción de un teatro con figuras que se movían con medios mecánicos destinadas al entretenimiento de gente pudiente La Grandeur (2013).
- Años más tarde fueron creadas unas máquinas bastante perfectas y muy cercanas al concepto de la robótica, los relojes.
- En la Edad Media, aparecieron autómatas mecánicos complejos que incorporaban elementos que realizaban tareas sencillas como mover figuras o tocar campanas de forma automatizada. Este tipo de desarrollo sentó las bases para la automatización mecánica actual (Sánchez Martín, Millán Rodríguez, Salvador Bayarri, Palou Redorta, Rodríguez Escovar, Esquena Fernández y Villavicencio Mavrigh, 2007).
- Leonardo da Vinci, en 1495, presentó un caballero mecánico con armadura capaz de colocarse en posición de guardia, mover la cabeza, la mandíbula y los brazos. Esta pieza fue considerada la primera automatización humanoide.

- En el siglo XVIII, en la época de la Revolución industrial y años posteriores, se construyeron máquinas para la producción industrial como el “Telar mecánico de Jacquard” de 1801. Este telar funcionaba por medio de tarjetas perforadas, es decir, este telar es un ejemplo de que en robótica (en el siglo XIX) ya se comenzaron a introducir elementos de programación y control automático.
- En 1937, Westinghouse Electric Corporation construyó Elektro, un autómatas que se movía y hablaba pero, aún, no se programaba.

Tal fue el avance de esta disciplina que, en 1942, Isaac Asimov se sintió impelido a redactar tres leyes sobre robótica. El objetivo de estas leyes no era otro que asegurar la seguridad humana por el avance que estos artefactos estaban tomando.

Las leyes de la robótica defendían:

- Primera ley: Un robot no hará daño a un ser humano, ni por inacción permitirá que un ser humano sufra daño.
- Segunda ley: Un robot debe cumplir las órdenes dadas por los seres humanos, a excepción de aquellas que entren en conflicto con la primera ley.
- Tercera ley: Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la primera o la segunda ley.

Fijadas las leyes de funcionamiento de la robótica y las limitaciones de uso de los robots, en 1950 se dio un paso más en esta disciplina y se inició la programación de estos autómatas. Este hecho facilitó que en 1954, George Devol, construyera *Unimate*, un autómatas especializado en realizar acciones repetitivas y peligrosas para la industria automotriz.

Una década después, en 1960, el matemático y educador sudafricano Seymour Papert inventó el lenguaje de programación Logo. Logo era un lenguaje de programación diseñado para que el estudiantado aprendiera conceptos de programación por medio de una tortuga virtual. A través de esa tortuga virtual, el estudiantado debía experimentar con algoritmos y procesos lógicos para dibujar, lúdicamente, formas geométricas. Con la introducción de estas dinámicas empezó la irrupción del lenguaje de programación Logo y se produjeron importantes cambios metodológicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Con la adopción del lenguaje Logo en la escuela, el estudiantado ya no era un mero receptor de información proveniente del maestro. Desde ese momento, a través de la adopción de la robótica educativa en el aula, el estudiantado pasó a ser parte activa de su proceso formativo. La actividad individual del estudiantado en su proceso formativo se asentó en dos acciones. La primera de ellas fue la experimentación. La segunda, la resolución de problemas.

Con este cambio de visión formativa, la robótica educativa evolucionó muy rápidamente. Se expandió el uso de lenguaje de programación Logo y se desarrollaron más ágilmente los robots controlados por el estudiantado. Una de las

consecuencias de este cambio metodológico fue que, en los años 70, en las universidades y centros de investigación se desarrollaron prototipos de orientación educativa para dar una respuesta adecuada a las necesidades existentes en ese campo en ese momento. Un ejemplo de prototipo es el sistema Mindstorm de LEGO®, 1998, kits que tenían variedad de sensores y motores que permitían hacer creaciones diversas.

Fuera de las universidades y de los centros de investigación, esto es, en el entorno escolar, hubo que esperar hasta los primeros años del siglo XXI para que la utilización de este tipo de dispositivos se fuera introduciendo lentamente.

En las escuelas la utilización de la robótica se limitaba al uso que, un reducido número de docentes le daban. La robótica tenía defensores y detractores. Sus defensores veían la clara utilidad del uso del lenguaje de programación Logo en el aula. Sin embargo, la mayoría de la profesión consideraba que Logo era un lenguaje de programación tedioso puesto que adolecía de una estructura y sintaxis clara e intuitiva (Achon y Delgado, 2014). A ese inconveniente se unió otro elemento, si acaso, más importante como fue la aparición de entornos de trabajo mediante ventanas que desplazó a los sistemas de codificación más rudimentarios (Cemeli y Armejach, 1991).

La revista *Communications of the ACM* publicó, en 2006, un artículo que defendía la universalidad formativa del pensamiento computacional de la misma forma que existía la universalidad formativa en escritura, lectura y aritmética (Wing, 2006). Esta afirmación impulsó la democratización de la enseñanza robótica en las escuelas. Y, así, para dar respuesta a esta idea formativa, el grupo de investigación del MIT, liderado por Mitchel Resnick, publicó el sitio web de Scratch.

El sitio web de Scratch era un programa educativo totalmente gratuito dirigido, tanto al trabajo del estudiantado individual como colaborativamente, dentro del entorno propio de Scratch. Todas estas características favorecieron que la web de Scratch ayudara a cambiar la metodología de trabajo de muchos docentes que hasta su aparición fueron reacios a usar robots y programación escolar en las aulas (Resnick, Maloney, Hernández, Rusk, Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman, & Kafai, 2009).

Con la comprobación de las ventajas del uso de la web de Scratch, el mercado tecnológico se animó a lanzar otras plataformas diseñadas específicamente para entornos escolares que, junto con el desarrollo de nuevos kits de robótica educativa, consiguieron que en los últimos tiempos el estudiantado trabajase habitualmente desde las primeras etapas educativas con materiales y lenguajes de programación.

En la segunda década del siglo XXI, la robótica educativa ya está integrada en los planes de estudio de muchas escuelas de todo el mundo. Paralelamente a su introducción en los planes de educación formal, un gran número de docentes de todo el mundo, utilizan los robots y kits específicos para el trabajo de ciencias, matemáticas y resolución de problemas a través del uso de lenguajes de programación. Este cambio de paradigma formativo se ha producido tras

demostrarse que el uso de la robótica y los kits específicos de programación fomentan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Casado, 2022).

En España, el Ministerio de Educación y Formación Profesional también comparte esta idea por lo que, tras la pandemia de la COVID19, ha comenzado a dotar de recursos económicos y formativos al profesorado buscando una mejora del sistema educativo con la aplicación de metodologías emergentes y activas en educación y formación del profesorado en su conocimiento y en su uso.

Las investigaciones de Ángel Díaz, Segredo, Arna y León, 2020 defienden que la docencia, con este tipo de metodología, permite desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento computacional tales como:

- la descomposición del problema,
- el reconocimiento de patrones,
- la abstracción,
- el pensamiento algorítmico.

Todas estas actuaciones ratifican que la robótica es una herramienta adecuada para el desarrollo de nuevas formas de pensamiento, una herramienta que tiene capacidad para realizar análisis más profundos de situaciones reales y una herramienta válida para generar aprendizajes concretos.

El desarrollo de todas estas capacidades facilitadas por la robótica educativa se realiza al amparo de una serie de paradigmas metodológicos.

3. PARADIGMAS METODOLÓGICOS DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Los paradigmas metodológicos de la robótica arrancan de un planteamiento muy profundo sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos activos y dinámicos. Esto es así porque la didáctica de la robótica educativa, en el aula, conlleva la integración de múltiples disciplinas que favorecen el análisis, diseño y resolución de problemas de manera interdisciplinar colocando al estudiantado, siempre, en el centro del proceso instructivo (Yanış & Yürük, 2020).

Colocar al estudiantado en el centro de su proceso instructivo es el origen de uno de los paradigmas sobre los que se asienta la robótica educativa, ese paradigma es el constructivismo.

3.1. El constructivismo como paradigma educativo

En el siglo XX, psicólogos de la talla de Piaget, Vygotsky y Bruner centraron su interés en el desarrollo de la misma corriente pedagógica. Su postulado, entre otros aspectos, afirmaba que el estudiantado debe ocupar el centro de todo proceso educativo, y así, desde el centro del proceso instructivo, poder experimentar, descubrir y dar soluciones a los problemas reales que se le planteen. Tanto Piaget como Vygotsky y Bruner aseguraban que, actuando de esta manera, el estudiantado

sería capaz de generarse sus propios mecanismos de asimilación y acomodación — dos mecanismos básicos para que se produzca un proceso de aprendizaje correcto— (Philip & Gupta, 2020).

La corriente que atraía la atención de estos tres pedagogos era el constructivismo.

Actualmente, el constructivismo, representa una de las corrientes pedagógicas más destacada entre las metodologías de aprendizaje más novedosas o emergentes. Su génesis constitutiva mantiene que el estudiantado basa su aprendizaje en un proceso de construcción. Sigue afirmando que ese proceso de construcción se produce a través de la interacción de la experiencia del estudiantado con su entorno más próximo. Es decir, según el constructivismo, el estudiantado adquiere los nuevos conocimientos apoyándolos en otros conocimientos previos ya adquiridos y asimilados con anterioridad.

Además de defender un modo de aprendizaje novedoso, el constructivismo, también destaca entre las corrientes pedagógicas por reconocer otro aspecto imprescindible en la construcción del conocimiento. Ese aspecto es el componente social del aprendizaje. Según el constructivismo, el conocimiento se produce en la interacción que el estudiantado tiene con su entorno a través de la ayuda ofrecida por personas expertas o experimentadas en distintas materias.

La relación que guarda la robótica educativa con el constructivismo se encuentra en que la robótica es una herramienta que facilita el aprendizaje apoyándose en el modelo instructivo propugnado desde el constructivismo. Esto es, a través de la robótica educativa, el estudiantado adquiere nuevos conocimientos basándose en la interacción directa que establece con los dispositivos para dar la respuesta correcta al problema real que ha de resolver. Para conseguir ese fin los centros educativos disponen de aparatología, cada vez más sofisticada, intentando simular lo más posible situaciones de la vida real.

La aparatología escolar es un conjunto de sistemas que permiten al estudiantado probar, intentar dar solución y adquirir, en definitiva, los conocimientos de una forma novedosa (Burlison, Harlow, Nilsen, Perlin, Freed, Jensen & Muldner, 2017); Davis *et al.*, 2002).

Junto al uso de la aparatología, la robótica educativa, también facilita el componente social del aprendizaje al permitir el establecimiento de relaciones entre las distintas personas que en el aula escolar juntan sus conocimientos para concretar una solución global al problema planteado. En esa resolución del problema cada estudiante aporta su experiencia y conocimiento, .dos aspectos que unidos a los de otros estudiantes permiten al grupo llegar a resolver el reto planteado.

En la robótica educativa, el estudiantado genera su conocimiento al diseñar, construir y programar robots a través del trabajo en equipo. En ese trabajo en equipo cada estudiante aborda sus propios retos al buscar soluciones innovadoras de aplicación real (Hollman, Hollman, Shimerdla, Bice & Adkins, 2019). Como se está describiendo, en la visión constructivista de la robótica educativa, el

aprendizaje no se circunscribe a conceptos relacionados únicamente con la programación. Esta metodología abarca una aportación interdisciplinar, en la que se pueden y deben trabajar conceptos desde varias disciplinas como la informática, la física, las matemáticas, la geometría... para, una vez encontrada una respuesta al problema real planteado, realizar un análisis de los resultados. En ese análisis de los resultados se valorarán las acciones y decisiones que aportaron algún aspecto a la solución y las que, al contrario, resultaron baldías. Una vez realizada esa primera parte de análisis de los resultados se realizará un feedback que servirá para reforzar o refutar los procesos cognitivos llevados a cabo. En definitiva, se trata de realizar una reflexión metacognitiva que facilite los procesos de comprensión y asimilación y desarrolle, por tanto, el pensamiento crítico y las habilidades individuales y colectivas en el proceso de aprendizaje.

En robótica educativa, bajo el paradigma del constructivismo y colocando al estudiantado en el centro de su propio proceso instructivo como generador de su propio conocimiento, el desarrollo de la evaluación de los aprendizajes resulta complejo. La complejidad se encuentra en la forma de enfocar la evaluación. Ésta hay que focalizarla en dos aspectos, en el proceso y en el producto.

Evaluar, desde este paradigma formativo, no trata de valorar solo el robot construido (producto). Hay que evaluar el proceso de diseño, el proceso de programación y las reflexiones llevadas a cabo durante todo el proceso instructivo. Esta evaluación, más cuantitativa o numérica, puede completarse con una evaluación formativa. En la evaluación sumativa, numérica o cuantitativa, se valorará la consecución de los objetivos y se cuantificará el grado de cumplimiento del proyecto (Jung & Won, 2018). Será una evaluación finalista.

Sin embargo, la evaluación formativa se llevará a cabo a lo largo de todo el proceso y tendrá como objetivo que el estudiantado pueda reflexionar sobre la validez o incompetencia de su aporte en la búsqueda de una solución real al problema planteado. Esta evaluación formativa, en el ámbito de la robótica, podría implicar hacer una revisión de los diseños, del código de programación y de cómo están orientadas las soluciones a los distintos retos presentados.

Los dos aspectos de la evaluación, de manera conjunta, buscarán contribuir a formar personas:

- Más reflexivas.
- Capaces de solventar situaciones autodirigidas.
- Conscientes de su capacidad para resolver problemas.
- Dispuestas a reflexionar sobre sus áreas de mejora y de asumir los fracasos como elementos propios del estudio (Kopcha, Ocak & Qian, 2021).

Vistas las potencialidades y ventajas de la robótica educativa basada en el paradigma constructivista, en un acto de deontología profesional, llega el momento de mostrar las limitaciones que pueden entorpecer la aplicación de la robótica educativa en el aula. Algunas de estas limitaciones son:

- Los recursos económicos necesarios para adquirir, mantener y actualizar los materiales necesarios para la construcción de los robots.
- La formación específica que se requiere para que el profesorado pueda desarrollar la enseñanza basada en la robótica.
- Las ratios de estudiantado con las que se puede realizar un seguimiento personalizado y un aprendizaje adecuado al ritmo propio de cada estudiante.
- La integración de la robótica en el currículo que requiere la readaptación de la temporalización del propio currículo para respetar espacios horarios suficientes para poder asumir la carga horaria propia de la materia.
- Las barreras socioeconómicas para garantizar que todo el estudiantado tenga el mismo acceso a la robótica educativa.

Tras la presentación del paradigma metodológico del constructivismo se pasa a presentar otras metodologías de trabajo específicas de la robótica educativa.

3.2. La experiencia creativa y el construccionismo

La experimentación creativa y el construccionismo constituyen dos metodologías de trabajo ampliamente utilizadas en robótica educativa. El motivo de su uso se encuentra en que ambas metodologías permiten alcanzar niveles de innovación importantes además de facilitar un adecuado desarrollo personal y colectivo entre el estudiantado.

3.2.1. La experimentación creativa

La experimentación creativa es una metodología de trabajo que consiste en que el estudiantado explore nuevos retos y situaciones. En esa exploración de retos y situaciones, a través de la combinación de conocimientos e indagación en nuevas ideas, los estudiantes han de encontrar soluciones creativas a situaciones complejas.

La experimentación creativa se encuentra en la base de la innovación. Esta metodología de trabajo se basa en la idea de que, desde la práctica, el joven tiene que correr riesgos, experimentar y probar posibilidades para encontrar nuevas soluciones. Este sistema de trabajo, también, dota al estudiantado de las herramientas adecuadas para la tolerancia al fracaso y el cambio de estrategias para superar los retos más complejos. Esta forma de actuar fomenta la exploración y el juego dentro de entornos controlados, algo que ayuda a aprender de los resultados obtenidos (Sullivan & Bers, 2016).

Las fases de la experimentación creativa que se van repitiendo tantas veces como haga falta durante el proceso hasta conseguir el producto mejorado capaz de obtener los resultados previstos son:

- Ideación. Es el punto de partida.

- El momento en el que se generan ideas, esto es, un brainstorming en el que se producen gran cantidad de planteamientos que servirán para encontrar soluciones innovadoras.
- Prototipado. Es la materialización de la idea que permite al estudiantado ver el diseño de la solución al problema o reto.
- Esta fase permite aprender del proceso y adaptar el producto a las necesidades propias de la situación real.
- Prueba. Es la fase en la que se comprueba la utilidad y efectividad de los resultados propuestos.
- Análisis de los resultados. Es la fase crucial. En ella se evalúa toda la información recopilada y se extraen conclusiones.

3.2.2. *El construccionismo*

El construccionismo está basado en la teoría que defiende que el conocimiento se construye desde el diseño y desde la creación de prototipos y artefactos. Considera que el estudiantado aprende al verse inmerso en proyectos especialmente significativos para él y que la significación de un proyecto se encuentra en la fabricación de elementos tangibles como son los robots. Según esta metodología, el estudiantado:

- asimila los conocimientos de forma más efectiva,
- desarrolla habilidades prácticas,
- resuelve problemas en contextos reales,
- diseña prototipos,
- construye prototipos complejos aunando el conocimiento de todos los miembros del proyecto a través del trabajo interdisciplinar,
- se beneficia de la formación y habilidades de otros sujetos (Sullivan & Bers, 2017) puesto que el construccionismo se sustenta en un entorno favorable dotado de material adecuado para estimular y desarrollar habilidades que promuevan la investigación (Pinto, Casillas, Cabezas & García, 2018).

La experimentación creativa y el construccionismo son dos pilares básicos para el avance de la sociedad moderna puesto que fomentan enfoques prácticos y colaborativos basados en distintos procesos de la práctica y en la resolución de problemas reales (Öztürk & Calingasan, 2018).

3.3. La Socialización y el trabajo en equipo mediante la robótica

La socialización es el resultado del proceso socializador, es decir, es el producto originado al intentar introducir al estudiantado en la sociedad en la que se está desarrollando su vida en sociedad (Quicios, 2024).

En robótica educativa, como en las nuevas corrientes metodológicas propias del s. XXI, la socialización se postula como la herramienta idónea para fomentar

espacios de trabajo adecuados para llevar a cabo soluciones efectivas de manera colaborativa a través del trabajo en grupo. Tanto en la robótica como en la socialización confluyen, de manera interdisciplinar, varias áreas de conocimiento. En ambas disciplinas se desarrolla una actividad formativa en la que el estudiantado ha de asumir y respetar las normas aprobadas, en el grupo y para el grupo, además de los parámetros establecidos para alcanzar un fin común. Es decir, en la robótica educativa y en la socialización educativa el estudiantado tiene que aprender una cultura común compartida por todos los miembros del grupo.

En robótica educativa —frente a la socialización— se da la ventaja añadida de que toda la interacción entre los miembros del grupo se suele desarrollar en un entorno motivador y lúdico por lo que el estudiantado desarrolla sus capacidades de forma amena y divertida. Este aspecto afectivo es sumamente importante porque, es a través de esa gratificación, como el estudiantado adquiere —de forma natural— sistemas de trabajo grupales en los que la comunicación tiene un papel primordial.

En la robótica educativa, a través de una relación comunicativa adecuada, es factible llegar a diseñar un entorno de trabajo similar al real. En ese entorno de trabajo ficticio, el respeto por los demás compañeros constituye un pilar del correcto funcionamiento del proyecto. En esa socialización pseudo laboral y dentro de la diversidad existente entre el estudiantado que construye el grupo, cada estudiante debe contar con el espacio suficiente para poder hacer las contribuciones que considere necesarias y así, aportar puntos de vista diversos que puedan llegar a enriquecer los resultados planteados (Öztürk & Calingasan, 2018).

En todo proceso de socialización aparecen, de forma totalmente normalizada, desacuerdos o postulaciones divergentes. Estas disonancias es más fácil que puedan aparecer en un proceso de resolución de problemas como es el que se aborda en el diseño y programación de los robots. Y, esto es así porque en un proceso constructivo en el que se trabaja en equipo, todos los miembros del equipo deben aprender a negociar, a ceder y a argumentar ideas que en ocasiones no son las únicas ante el mismo reto lo que puede originar un conflicto (Nickels & Cullen, 2017).

En robótica educativa, durante el proceso de fabricación de cualquier artefacto, se desarrollan habilidades de comunicación entre los distintos miembros del proyecto. Esa comunicación es tanto verbal como no verbal (dos vertientes del hecho comunicativo imprescindibles en las relaciones entre las personas). En este caso, aprender que el manejo de las habilidades sociales es fundamental para conseguir acuerdos entre los miembros del equipo puede llegar a ser un aprendizaje muy necesario para el futuro personal y profesional del estudiante.

En robótica educativa, para conseguir desarrollar el trabajo en equipo, resulta fundamental fijar responsabilidades concretas dentro del grupo. Actuando de esta manera cada miembro del equipo tendrá una labor concreta que completar en un clima mutuo de cooperación. En las dinámicas de construcción se deben respetar las aportaciones de todos los miembros del equipo por lo que resulta indispensable aceptar las aportaciones por todos presentadas. Actuar de esta manera contribuye

a desarrollar empatía con el resto de los miembros del equipo ante la aparición de problemas durante la tarea.

Una de las ideas fundamentales de la socialización, a través de la robótica educativa, es realizar trabajo de mediación y resolución de conflictos ante las discrepancias que puedan aparecer o contingencias (Segredo, Miranda & León, 2017). Una segunda idea fundamental de la socialización a través de la robótica educativa que afecta al proceso de planificación es marcar, claramente, los tiempos para realizar los trabajos. Si esta planificación no se realiza pueden llegar a producirse desajustes en el nivel de implicación de los distintos miembros del equipo de construcción.

En robótica educativa los estudiantes deben asumir la responsabilidad de cumplir con sus tareas y aprender a trabajar de forma sincronizada para cumplir con los plazos y alcanzar los niveles de responsabilidad tanto individuales como colectivos adquiridos (Revelo, Collazos y Jiménez, 2018).

La robótica educativa, en entornos escolares, persigue los siguientes objetivos:

- Crear un clima en el aula en el que se valoren las aportaciones personales de todo el estudiantado.
- Valorar la diversidad y fomentar la inclusión como forma de enriquecer y potenciar los valores del grupo.
- Utilizar estrategias que favorezcan las relaciones interpersonales.
- Realizar actividades que fomenten la comunicación basada en el respeto.
- Promover el uso de herramientas digitales en la nube con opciones de trabajo colaborativo.
- Organizar sistemas de evaluación en los que el estudiantado tenga un papel destacado.
- Fomentar la participación del estudiantado en eventos comunitarios.
- Invitar a que otros miembros de la comunidad educativa participen en los proyectos y sean conocedores de los avances que alcanzan cada uno de los equipos de construcción.

Aplicando cada una de estas estrategias, la robótica educativa, puede promover una serie de valores que ayuden a superar desafíos y a alcanzar objetivos técnicos a la vez que favorezcan el proceso de socialización (Spolaôr & Vavassori, 2017).

4. PERSPECTIVAS DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

En la primera mitad del siglo XXI, en España, se está viviendo, en la enseñanza obligatoria, un cambio bien significativo de metodología instructiva. Este cambio formativo se está produciendo, sobre todo, en los centros educativos que cuentan

con dotación de material y disposición innovadora entre su claustro de profesores (Kazakoff, Sullivan & Bers, 2013).

Partiendo de estas dos premisas puede afirmarse que la investigación educativa ha comprobado un cúmulo de efectos positivos entre el estudiantado formado a través de TRICS. Esta fortaleza del uso de TRICS en educación abre la puerta a un camino ilusionante que puede ir progresando más y más si la docencia se centra en diseñar:

- Aprendizajes más individualizados y adaptados a cada estudiante. Esta es una de las características principales del trabajo con robots en el aula y así ha de seguir siendo en el futuro.

Este compromiso obligará a la robótica educativa a adaptar el nivel de dificultad y el ritmo de aprendizaje a cada uno de los jóvenes aprendices construyendo prototipos de forma progresiva y abordando nuevos retos a medida que se van superando los anteriores (Hamada & Sato, 2012).

Otra forma de ofrecer aprendizajes más individualizados y adaptados a cada estudiante pasará por la construcción individual de objetos sencillos. Tras la elaboración individualizada de esos sencillos robots se pasará a elaborar, de forma colaborativa, otros más complejos. En este trabajo colaborativo cada sujeto tendrá encomendada una responsabilidad dentro del equipo.

- Integración completa de la robótica educativa en el currículo del estudiantado. Para alcanzar este objetivo se pueden seguir varios caminos. La experiencia docente de estos años ha demostrado que el camino más sensato pasa por integrar el STEAM dentro de la carga lectiva del estudiantado.

La integración del STEAM estará apoyada por otras disciplinas como las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas para, desde ellas, abordar nuevos retos y orientar el trabajo en el aula de forma práctica y aplicada. Esta metodología se aleja sustancialmente de las metodologías tradicionales consistentes en transmitir unidireccionalmente contenidos más teóricos y analíticos.

- Actualización de los recursos digitales presentes tanto en el aula como en los hogares. Para poder trabajar de forma adecuada con el apoyo de las TRIC, construir prototipos y desarrollar nuevas ideas es fundamental contar con equipos informáticos de calidad con una conexión veloz y estable a Internet (Zhou, Pereira, George, Alperovich, Booth, Chandrasegaran, Tew, Kulkarni & Ramani, 2017).
- Trabajo con metodologías de enseñanza modernas y ambiciosas. Esta prospectiva educativa, más que una realidad tangible, es una ilusionante tarea enfocada en buscar los mejores beneficios posibles dentro del ámbito educativo. No obstante, para conseguir este ideal instructivo, todavía se precisa una profunda adecuación de las formas de trabajo con el estudiantado. En esa instrucción habrá que ir

integrando, de una manera estable, los recursos en cada una de las tareas hasta alcanzar el objetivo previsto.

- Sostenibilidad y mantenimiento de los programas. Para que el uso de los robots, en el entorno educativo, tenga éxito es fundamental que las políticas educativas permanezcan estables en el tiempo. Además de la permanencia en el tiempo se precisa la renovación de los distintos convenios entre las Administraciones y la dotación de recursos económicos a los centros escolares (Laakso, Korhonen & Hakkarainen, 2021); Laros & Steenkamp, 2005).
- Promoción de la inclusión e integración de la diversidad. La robótica educativa debe ser una herramienta que permita conseguir una inclusión social real. A través de ella, todas las personas — independiente de sus habilidades y características propias— deben tener un lugar.

La robótica educativa, en ese objetivo de inclusión e integración de la diversidad, tiene que servir para compensar las diferencias que acarreen los orígenes personales e individuales del estudiantado. Esto se puede llegar a conseguir dotando de medios económicos a los centros educativos. Esa dotación a los centros permitirá, más fácilmente, el acceso a la robótica a estudiantes en riesgo de exclusión, a las mujeres y a todo el estudiantado que busque ser premiado por las consecuciones personales en cada momento del proceso constructivo e instructivo (Witherspoon, Schunn, Higashi & Baehr, 2016).

- Adecuación a las nuevas tecnologías como la Inteligencia Artificial (AI). La inteligencia artificial es una realidad incuestionable que está revolucionando todos los sectores. El educativo, también.

Las tecnologías emergentes tienen que avanzar al ritmo que lo hace la IA, de forma que sirvan de apoyo efectivo a los docentes en su labor profesional (Kopcha *et al.*, 2021).

- Orientación de la formación hacia las exigencias de los mercados del siglo XXI. Cambiar la metodología formativa en la escuela no debe responder a ninguna otra exigencia que la preparación del estudiantado para su vida futura y, lógicamente, para las demandas reales de los mercados laborales. Es fundamental que los esfuerzos de los jóvenes los lleven a estar preparados para los posibles nichos laborales.
- Formación específica de los docentes en materia de robótica educativa. Es muy necesario que los docentes reciban una formación concreta y específica en el diseño, montaje y programación de robots, con el objeto de que puedan ofrecer una calidad docente adecuada en este tipo de materias (Kerimbayev, Beisov, Kovtun, Nurym & Akramova, 2020).

En resumen, el uso de la robótica educativa, persigue su incorporación en el currículo escolar con el fin de formar jóvenes, capaces de resolver eficazmente, problemas reales a través del uso de dispositivos digitales.

REFERENCIAS

- Achon, J., & Delgado, J. (2014). De la tortuga LOGO al gat Scratch. *Perspectiva Escolar*, 377, 6–10. https://dialnet.unirioja.es/servlet/ejemplar?codigo=378455&info=open_link_ejemplar
- Ángel Díaz, C. M., Segredo, E., Arnay, R., & León, C. (2020). Simulador de Robótica Educativa para la promoción del Pensamiento Computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.410191>
- Bers, M. U. (2017). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- Casado, C. (2022). *La enseñanza de la programación en la infancia: Estudio de casos de la situación en Cataluña* [Master's thesis, Universitat Oberta de Catalunya]. Note: Include the retrieval URL if available. libguides.bc.edu+5University of Salford+5nool.ontariotechu.ca+5
- Cervera, A. (2011). *Coordinación y control de robots móviles basado en agentes* [Undergraduate thesis, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/11167>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (2002). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell’Omo, M., & Dario, P. (2017). Educational robotics intervention on executive functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- Ghitis, T., Alexander, J., & Vásquez, A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Infancias Imágenes*, 13(1), 143–147.
- Hamada, M., & Sato, S. (2012). A learning system for a computational science related topic. *Procedia Computer Science*, 9, 1763–1772. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.04.194>
- Hollman, A. K., Hollman, T. J., Shimerdla, F., Bice, M. R., & Adkins, M. (2019). Information technology pathways in education: Interventions with middle school students. *Computers & Education*, 135, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.019>
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905. <https://doi.org/10.3390/su10040905>

- Kazakoff, R. E., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41, 245–255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Kerimbayev, N., Beisov, N., Kovtun, A., Nuryim, N., & Akramova, A. (2020). Robotics in the international educational space: Integration and the experience. *Education and Information Technologies*, 25, 5835–5851. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10257-6>
- Kopcha, T. J., Ocaik, C., & Qian, Y. (2021). Analyzing children's computational thinking through embodied interaction with technology: A multimodal perspective. *Educational Technology Research and Development*, 69, 1987–2012. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09832-y>
- Laakso, N. L., Korhonen, T. S., & Hakkarainen, K. (2021). Developing students' digital competences through collaborative game design. *Computers & Education*, 174, 104308. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104308>
- LaGrandeur, K. (2013). *Androids and intelligent networks in early modern literature and culture: Artificial slaves*. Routledge.
- Laros, F. J. M., & Steenkamp, J.-B. E. M. (2005). Emotions in consumer behavior: A hierarchical approach. *Journal of Business Research*, 58(10), 1437–1445. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.09.013>
- Nickels, M., & Cullen, C. J. (2017). Mathematical thinking and learning through robotics play for children with critical illness: The case of Amelia. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(1), 22–77. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.48.1.0022>
- Ortega, B., & Lázaro, M. (2022). Teachers' perception about the difficulty and use of programming and robotics in the classroom. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2061007>
- Öztürk, H. T., & Calingasan, L. (2018). Robotics in early childhood education: A case study for the best practices. In H. Ozcinar, G. Wong, & H. Öztürk (Eds.), *Teaching computational thinking in primary education* (pp. 203–222). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010>
- Philip, T. M., & Gupta, A. (2020). Emerging perspectives on the co-construction of power and learning in the learning sciences, mathematics education, and science education. *Review of Research in Education*, 44(1), 195–217. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903309>
- Pinto, A. M., Casillas, S., Cabezas, M., & García, F. J. (2018). Building, coding and programming 3D models via a visual programming environment. *Quality & Quantity*, 52(6), 2455–2468. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0509-4>
- Quicios García, M. P. (2024). *Socialización educativa en la infancia*. Sanz y Torres.
- Resnick, M., Maloney, J., Hernández, A. M., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch:

- Programación para todos. *Comunicaciones de la ACM*, 52(11), 60–67. <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>
- Reyes Vélez, P. E. (2017). El desarrollo de habilidades lógico matemáticas en la educación. *Polo del Conocimiento*, 2(4), 198–202. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i4.259>
- Revelo Sánchez, O., Collazos Ordóñez, C. A., & Jiménez Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: Una revisión sistemática de literatura. *TecnoLógicas*, 21(41), 115–134. <https://doi.org/10.22430/22565337.731>
- Sáez López, J. M., Buceta Otero, R., & 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>
- Sáez López, J. M., Román González, M., & Vázquez Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two-year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Sánchez Martín, F. M., Millán Rodríguez, F., Salvador Bayarri, J., Palou Redorta, J., Rodríguez Escovar, F., Esquena Fernández, S., & Villavicencio Mavrich, H. (2007). Historia de la robótica: De Arquitas de Tarento al Robot da Vinci (Parte II). *Actas Urológicas Españolas*, 31(3), 185–196. [https://doi.org/10.1016/S0210-4806\(07\)73624-0](https://doi.org/10.1016/S0210-4806(07)73624-0)
- Segredo, E., Miranda, G., & León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 33–58. <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Spolaôr, N., & Vavassori, F. B. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112*, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26*(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28*(2), 325–346. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49*(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Witherspoon, E. B., Schunn, C. D., Higashi, R. M., & Baehr, E. (2016). Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics

- competitions. *International Journal of STEM Education, 3*, 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0052-1>
- Yanış, H., & 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>
- Zhou, N., Pereira, N., George, T. T., Alperovich, J., Booth, J. W., Chandrasegaran, S., Tew, J. D., Kulkarni, A., & Ramani, K. (2017). The influence of toy design activities on middle school students' understanding of the engineering design processes. *Journal of Science Education and Technology, 26*(5), 481–493. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9693-1>

ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN INFANTIL

José Manuel Sáez López, UNED

M^a Raquel Picornell Buendía, EID UNED

1. INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 ha demostrado lo importante y necesaria que es la digitalización de los procesos educativos y la implementación de las herramientas tecnológicas para continuar los procesos educativos, sobre todo, en edades tempranas.

Así mismo, en el Área 2, Descubrimiento y Exploración del Entorno del Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, haciendo hincapié, en la importancia de la programación en la educación infantil y en el desarrollo del pensamiento computacional (Real Decreto 95/2022).

Al ser nativos digitales, en un entorno temprano y familiarizado, nuestros infantes desarrollan el pensamiento lógico y trabajan en pro de la resolución de un desafío. Gracias a la programación y a la robótica, las secuencias de órdenes son fundamentales para la lógica matemática y para el pensamiento lingüístico, creativo y computacional. Además, mediante esta innovación pedagógica y la gamificación en las TIC se trabaja el pensamiento algorítmico que es la capacidad de definir pasos claros para la resolución de un problema, algo fundamental para las matemáticas y las ciencias.

La robótica educativa se refiere al uso de robots y kits de robótica para enseñar conceptos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) de manera interactiva y práctica. En la educación infantil, esta disciplina se adapta para ser accesible y comprensible para los más pequeños, facilitando el aprendizaje a través del juego y la exploración.

La robótica educativa es manipulativa y vivencial ya que hace al infante protagonista de su propio aprendizaje. Es él quien, quien de forma individual (competencia intrapersonal) o con los demás niños (competencia interpersonal, aprendizaje cooperativo), quien explorará el montaje de los robots y quien, a través, de una serie de comandos, indicará al robot que acción tiene que realizar. Además, fomenta la resolución de problemas.

Pero, ¿por qué beneficia a los niños jugar con apps para aprender a programar? (robotspaninos, 2022):

- Desarrollan el pensamiento computacional, ya que los retos de muchas aplicaciones incluyen buscar soluciones y resolver problemas a los retos planteados.

- Desarrollo del pensamiento lógico y crítico: Los niños aprenden a resolver problemas de manera estructurada, identificando y corrigiendo errores.
- Fomento de la creatividad y la innovación: La robótica proporciona un medio para que los niños exploren sus ideas y construyan soluciones únicas.
- Mejora de habilidades sociales y trabajo en equipo: A menudo, los proyectos de robótica se realizan en grupos, promoviendo la colaboración y la comunicación efectiva.
- Introducción temprana a las tecnologías: Los niños se familiarizan con conceptos tecnológicos básicos, preparándolos para un futuro cada vez más digitalizado.
- Trabajan la inteligencia emocional y las emociones. A través de la paciencia, la perseverancia y la frustración, lograrán el resultado al final de las secuencias.
- Fomentan la creatividad en la resolución de problemas y retos.
- Los juegos y retos son progresivos, motivándoles a continuar.
- Relacionan la programación con una actividad de gamificación divertida.
- Hacen un uso activo y beneficioso del tiempo que están con pantallas.
- Son económicas o gratuitas. Necesitarán tener acceso a una tablet y/o móvil.

Es necesario promover el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas a través de la programación de robots y aplicaciones para móviles en todas las etapas escolares, desde educación infantil hasta formación profesional.

La **robótica educativa** es una herramienta motivacional que apoya los procesos de enseñanza en los distintos niveles educativos. Así, las características de estos recursos confieren al alumnado posibilidades para comprender y mejorar la realidad por su carácter activo, participativo y cooperativo (competencias de automatización y control automático de los procesos), que además les implican, favoreciendo una formación más integral (Rodríguez Torres, 2021).

Según Duran (2007), la palabra robot surge a principios del siglo XX y de ella deriva directamente la palabra robótica. El concepto y significado ha ido evolucionando exponencialmente a lo largo del tiempo. La robótica en Infantil permite el desarrollo de habilidades motoras finas, coordinación óculo-manual y el trabajo en grupo. Además, potencia, mediante el trabajo continuado, dos tipos de pensamientos, el computacional y el creativo que se relacionan entre sí (Bers *et al.*, 2014).

En el año 2006 Jeannette Wing publicó el artículo **Computational thinking** argumentando, que esta nueva competencia, debía ser incluida en la formación de todos los niños y niñas, ya que representaba un ingrediente vital del aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Para Wing (2006) “el pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos

fundamentales de la informática". De esta manera, la esencia del pensamiento computacional es pensar como lo haría un científico informático cuando nos enfrentamos a un problema.

Para Aho y Royal Society, el pensamiento computacional es (Moreno León, 2014):

- El proceso que permite formular problemas de forma que sus soluciones pueden ser representadas como secuencias de instrucciones y algoritmos.
- El proceso de reconocimiento de aspectos de la informática en el mundo que nos rodea, y aplicar herramientas y técnicas de la informática para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales.

Como menciona la Asociación de Profesores de Informática (CSTA) y la Sociedad Internacional de la Tecnología en la Educación (ISTE), el pensamiento computacional es un proceso de solución de problemas que incluye (CSTA e ISTE, 2011):

- Formular problemas que puedan ser solucionados a través de las TICs.
- Organizar datos de manera lógica y analizarlos.
- Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más efectiva y eficiente de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de estos.

2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

La robótica educativa es una disciplina que ha evolucionado significativamente desde sus inicios. Se centra en el uso de robots y kits de robótica para enseñar conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) de manera interactiva y práctica. La robótica educativa no solo introduce a los estudiantes a la tecnología, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo.

La historia de la robótica educativa se remonta a mediados del siglo XX, cuando Seymour Papert y sus colegas en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) desarrollaron el lenguaje de programación LOGO. LOGO fue diseñado para enseñar a los niños conceptos de programación a través de la manipulación de un robot llamado "Tortuga" (Papert, 1980). La "Tortuga" podía moverse y dibujar en base a las instrucciones programadas por los niños, permitiéndoles visualizar los resultados de sus códigos y aprender mediante la experimentación.

Papert argumentaba que el aprendizaje mediante la construcción y programación de robots ayudaba a los estudiantes a desarrollar un pensamiento constructivista, donde el conocimiento se construye activamente a través de la experiencia directa (Papert, 1980). Este enfoque innovador marcó el inicio de la robótica educativa como una herramienta poderosa para el aprendizaje.

Durante las décadas de 1980 y 1990, la robótica educativa comenzó a ganar popularidad gracias a la aparición de kits de construcción y programación más accesibles. Uno de los hitos más importantes en esta evolución fue el lanzamiento de LEGO Mindstorms en 1998. LEGO Mindstorms combinaba los tradicionales bloques de construcción de LEGO con sensores y actuadores programables, permitiendo a los estudiantes construir y programar sus propios robots (Martin *et al.*, 2000).

LEGO Mindstorms se basó en el lenguaje de programación visual desarrollado en el MIT Media Lab, conocido como "Programmable Brick", que facilitaba la creación de programas complejos mediante una interfaz gráfica intuitiva (Resnick *et al.*, 1996). Este enfoque hizo que la robótica educativa fuera más accesible para un público más amplio, incluyendo tanto a estudiantes como a educadores.

A medida que la robótica educativa se expandía, las instituciones educativas comenzaron a integrarla en sus currículos. En los años 2000, numerosos programas y proyectos se lanzaron para promover la robótica en la educación, tanto en escuelas primarias como secundarias. Según Eguchi (2014), los programas de robótica educativa comenzaron a demostrar su eficacia no solo en la enseñanza de conceptos STEM, sino también en el desarrollo de habilidades blandas como la colaboración y la creatividad.

Un ejemplo notable es el FIRST Robotics Competition, fundada por Dean Kamen en 1989, que se ha convertido en una de las competiciones de robótica más grandes del mundo. Esta competencia desafía a los estudiantes a diseñar, construir y programar robots para completar tareas específicas, fomentando el aprendizaje práctico y el trabajo en equipo (Melchior *et al.*, 2005).

En la última década, la robótica educativa ha seguido evolucionando con el avance de nuevas tecnologías. La introducción de kits de robótica más asequibles y accesibles ha permitido que más escuelas y programas educativos adopten estas herramientas. Robots como Bee-Bot y KIBO han sido diseñados específicamente para la educación infantil, permitiendo que los niños más pequeños también participen en actividades de programación y construcción de robots (Bers, 2020).

Bee-Bot, por ejemplo, es un pequeño robot programable que permite a los niños aprender conceptos básicos de secuenciación y lógica mediante la introducción de comandos simples para mover el robot a través de una alfombra de juego (Elkin *et al.*, 2014). KIBO, por otro lado, es un robot modular que no requiere pantallas para ser programado, utilizando en su lugar bloques de construcción físicos que representan diferentes comandos (Bers, 2020).

La robótica educativa sigue evolucionando y adaptándose a las nuevas demandas y avances tecnológicos. La integración de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático en los robots educativos está comenzando a ofrecer

experiencias de aprendizaje más personalizadas y adaptativas. Además, la combinación de robótica con Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) está creando entornos de aprendizaje inmersivos que pueden mejorar significativamente la comprensión y retención de conceptos complejos (Mubin *et al.*, 2013).

Se espera que la robótica educativa continúe expandiéndose y evolucionando, convirtiéndose en una parte integral del currículo escolar en todos los niveles educativos. Con el tiempo, estas herramientas no solo ayudarán a los estudiantes a aprender sobre tecnología, sino que también les proporcionarán habilidades esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

La historia y evolución de la robótica educativa muestran cómo ha pasado de ser una idea innovadora en el MIT a una herramienta educativa fundamental en escuelas de todo el mundo. A través de la continua innovación y adaptación, la robótica educativa sigue desempeñando un papel crucial en la preparación de los estudiantes para un futuro cada vez más digitalizado y tecnológicamente avanzado.

Como ejemplos de Programas Exitosos destacan:

- Programa de Robótica de la Fundación Carnegie Mellon: Este programa ha desarrollado múltiples iniciativas para integrar la robótica en las aulas de educación infantil, utilizando recursos como los kits de LEGO Education y robots Bee-Bot.
- Iniciativa KIBO: KIBO ha sido implementado en varias escuelas con gran éxito, permitiendo a los niños construir y programar robots sin necesidad de pantallas, promoviendo así el aprendizaje práctico y tangible.

3. CASO PRÁCTICO

Integrar la robótica en el aula de manera efectiva requiere el uso de estrategias pedagógicas que maximicen el impacto educativo y mantengan el interés y la motivación de los estudiantes. A continuación, se describen tres estrategias clave que han demostrado ser efectivas en el contexto de la robótica educativa en la educación infantil.

3.1. Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología que involucra a los estudiantes en la realización de proyectos concretos, permitiéndoles aplicar conceptos teóricos en un contexto práctico. Esta estrategia es particularmente efectiva en la robótica educativa porque:

Contextualización del Aprendizaje: Los proyectos permiten a los estudiantes ver la relevancia de lo que están aprendiendo al aplicarlo en situaciones del mundo real. Por ejemplo, construir un robot que pueda sortear obstáculos ayuda a los

niños a entender principios de física y matemáticas de manera tangible (Thomas, 2000).

Desarrollo de Habilidades Prácticas: A través de proyectos, los estudiantes no solo aprenden teoría, sino que también desarrollan habilidades prácticas, como el diseño, la programación y la resolución de problemas (Blumenfeld et al., 1991).

Fomento de la Colaboración: Los proyectos a menudo requieren trabajo en equipo, lo que promueve habilidades de colaboración y comunicación entre los estudiantes (Krajcik y Blumenfeld, 2006).

Ejemplo: Un proyecto de robótica podría involucrar a los estudiantes en la construcción de un robot que pueda ayudar en tareas de limpieza, donde deberán diseñar, construir y programar el robot, documentar el proceso y presentar sus resultados a la clase.

3.2. Juego Guiado

El Juego Guiado es una estrategia que introduce la robótica como una forma de juego estructurado, donde los niños aprenden mientras se divierten. Esta metodología se basa en la premisa de que el juego es una forma natural y efectiva de aprendizaje para los niños pequeños:

Motivación y Compromiso: El juego capta la atención de los niños y los mantiene motivados. Cuando los estudiantes están disfrutando de lo que hacen, es más probable que se comprometan y persistan en las actividades (Hirsh-Pasek et al., 2008).

Aprendizaje Activo: El juego guiado permite a los estudiantes interactuar activamente con los materiales de aprendizaje, promoviendo una comprensión más profunda y significativa (Zosh et al., 2017).

Desarrollo de la Creatividad: A través del juego, los niños pueden explorar diferentes formas de usar los robots, fomentando la creatividad y la innovación (Resnick, 2009).

Ejemplo: Una actividad de juego guiado podría involucrar a los estudiantes en la programación de un Bee-Bot para moverse a través de un laberinto diseñado en una alfombra, donde cada movimiento correcto les permite avanzar y descubrir nuevos desafíos.

3.3. Exploración y descubrimiento

La estrategia de Exploración y Descubrimiento anima a los niños a experimentar y encontrar soluciones por sí mismos, fomentando la curiosidad y el aprendizaje autónomo:

Fomento de la Curiosidad: Los niños son naturalmente curiosos y esta estrategia aprovecha esa curiosidad para estimular el aprendizaje. Se les anima a hacer preguntas, investigar y explorar diferentes soluciones (Dewey, 1938).

Desarrollo del Pensamiento Crítico: Al enfrentarse a problemas abiertos sin una solución única, los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento crítico y toma de decisiones (Bruner, 1961).

Empoderamiento del Estudiante: Esta metodología da a los estudiantes el control de su propio aprendizaje, lo que puede aumentar su confianza y motivación (Montessori, 1964).

Ejemplo: Los estudiantes pueden ser desafiados a diseñar un robot que pueda transportar objetos pequeños de un punto a otro. Sin instrucciones específicas, se les proporciona el kit de robótica y se les anima a probar diferentes configuraciones y programas hasta encontrar una solución que funcione.

3.4. Aprendizaje Basado en Retos (ABR)

El enfoque educativo conocido como Aprendizaje Basado en Retos (ABR) tuvo sus inicios en 2008 a través de un proyecto iniciado por APPLE llamado Challenge Based Learning.

El ABR se considera una metodología activa en la cual los estudiantes asumen un papel proactivo en su propio aprendizaje, adoptando una actitud crítica, reflexiva y cívica. Desde la curiosidad y el análisis de su entorno, los alumnos intentan encontrar soluciones a problemas locales. Esta metodología se fundamenta en el enfoque del aprendizaje cognitivo, donde el aprendizaje surge de la interpretación o transformación de los materiales de conocimiento por parte del estudiante. Por lo tanto, el estudiante toma el control del proceso de aprendizaje y construye su propio conocimiento de manera autónoma y autorregulada (Martínez Eguillor, 2020).

Un aspecto importante en la metodología descrita por Apple es la presentación de las distintas estrategias de solución para un problema real y relevante por parte de los estudiantes. El propósito del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es que los estudiantes aborden el proceso de aprendizaje a partir de un tema general y planteen una serie de desafíos que deben superar. Este enfoque crea un ambiente de aprendizaje activo (Figura 1).

Figura 1

Marco Metodológico del Aprendizaje Basado en Retos



Fuente. Apple (2011)

Para desarrollar este tipo de tecnología no es necesario disponer de coste económico elevado. Todos los niños de preescolar, independientemente del nivel adquisitivo que tenga el centro, pueden aprender estos recursos. Independientemente del carácter social del que proceda el centro, absolutamente todos sus alumnos, pueden aprender esta metodología.

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental, con medidas pretest y posttest. La muestra la conforman estudiantes de educación infantil (entre 3 y 6 años de edad) de un centro educativo castellanomanchego de difícil desempeño.

La **estructura de los retos** que se utilizarán en las evaluaciones pre y posttest serán diseñadas en base a Bebras, una iniciativa internacional, cuyo objetivo es promover las ciencias de la computación entre los estudiantes de todas las edades y hacer partícipe a los estudiantes en el pensamiento computacional, y en la resolución de problemas, en un entorno divertido e interactivo.

El pensamiento computacional implica el uso de un conjunto de habilidades y técnicas de resolución de problemas que los ingenieros de software utilizan para escribir programas y aplicaciones. Bebras fomenta las habilidades de resolución de problemas y los conceptos informáticos, incluyendo la capacidad de descomponer tareas complejas en componentes más simples, el diseño de algoritmos, el reconocimiento de patrones, la generalización de patrones y la abstracción (Brevas, 2022).

Estas pruebas pre y postest se realizarán a todas las clases al principio y al final de esta investigación.

Durante las sesiones de intervención se llevarán a cabo tres metodologías.

3.5. Actividades desenchufadas

Para trabajar conceptos básicos de programación no es necesario utilizar un ordenador (programación unplugged o desconectada). En esta programación se trabajan conceptos fundamentales a través del juego (gamificación), en donde se llevan a cabo las técnicas, elementos y estrategias propias del juego, a actividades desarrolladas en entornos sin soporte tecnológico desde la experiencia. Por ejemplo, se puede realizar una actividad a modo de escape room, juego de mesa, cartas, etc.

A su vez, resulta una oportunidad para establecer vínculos entre el alumnado, posibilitando una relación educativa de confianza imprescindible en la elaboración de proyectos y en cualquier acto educativo (inteligencia interpersonal).

El foco principal del *computational thinking unplugged*, consiste en:

el conjunto de actividades, y su diseño educativo, que se elaboran para fomentar en los niños, en las primeras etapas de desarrollo cognitivo (educación infantil, primer tramo de la educación primaria, juegos en casa con los padres y los amigos, etc.) (Zapata Ros, 2019, p. 18-19).

La primera tanda de actividades serán las actividades desenchufadas, ya que supone el primer contacto de los alumnos con el pensamiento computacional y, poco a poco, paulatinamente, el alumnado pueda tener una mejor visión y conciencia global de lo que vamos a trabajar.

Las actividades desenchufadas para trabajar el pensamiento computacional en esta investigación son las siguientes:

- Divide y vencerás
- Programando robots. ¡humanos!
- Bailando en bucle
- Mi propio mando a distancia
- Cartas lógicas
- Sobres variables
- Pictogramas rutinas
- Musicograma

3.6. Programación en Robot

En la segunda parte de la metodología se llevará a cabo la actuación del robot. Se ha elegido, en este momento, porque el alumno, después de realizar las actividades desenchufadas, ya está preparado para visualmente, interiorizar lo que más adelante va a aplicar con la Tablet y ya, tiene en su cabeza, los conceptos previos adquiridos para realizar posteriormente la simulación.

3.6.1. Robot Abeja Bee Bot

Es ideal para enseñar programación a niños que no saben leer a partir de 3 años. Permite aprender contenidos y direcciones algorítmicas.

Bee-Bot trabaja con fundamentos de secuencia y algoritmos en el ámbito del pensamiento computacional. De esta manera, el alumnado programará una pequeña abeja para explorar el mundo real pulsando los botones de dirección que se encuentran en su caparazón. Su problema es que carece de la depuración, pues sin una pantalla o forma de ver la secuencia en que se programa, es difícil para los alumnos resolver errores cuando se produzcan (Sáez López, 2017). Además, es una herramienta innovadora que permite trabajar muchas áreas diferentes como el lenguaje, las matemáticas y la música.

Posee un diseño muy sencillo y llamativo para los niños. Realiza movimientos de 15 cm de forma muy precisa de manera que los escenarios que creemos deben tener cuadrados de 15 cm² para que el dispositivo se desplace por el escenario de forma correcta (Fot. 1). Bee-Bot es capaz de memorizar 40 movimientos en cualquiera de las direcciones de forma que facilitará al alumnado trabajar el control direccional, el lenguaje direccional y por supuesto iniciar a los alumnos a la programación de dispositivos (Chiara *et al.*, 2017).

Figura 2

Robot abeja



Fuente. Robotsparaninos (2022).

3.7. Aplicaciones gratuitas Android

Una vez realizadas las dos anteriores metodologías, los alumnos utilizarán las Tablets para que, a través de simuladores, puedan convertir las acciones físicas y concretas en acciones abstractas.

Estas Apps educativas contemplan, además, la inteligencia emocional y las habilidades educativas. Trabajan la memoria, la atención, la inteligencia emocional y valores como la empatía, la solidaridad y la conciencia ecológica.

Suponen un lugar seguro, control parental, sin anuncios, pudiéndose realizar, un seguimiento del progreso de los alumnos.

Las Apps se mostrarán en el siguiente orden considerando su facilidad y duración:

- **Coding for Kids.** Es un divertido juego para aprender a codificar que enseña a los niños los fundamentos básicos de la programación. Enseña el mundo de la programación a través de juegos en los que se tienen que poner en la piel de bomberos o dentistas. Ayuda a los niños a mejorar sus habilidades de resolución de problemas, a estimular la memoria y a desarrollar sus habilidades de pensamiento lógico. Los niños aprenderán los elementos básicos de la programación como la ejecución secuencial, los bucles y las funciones mediante juegos.
- **CodeKarts.** Introduce a los alumnos a la programación a través de una serie de puzzles lógicos que se presentan en forma de carrera. El objetivo es utilizar los bloques de dirección para conseguir llevar el coche hasta la línea de meta.
- **Bee Boot.** Un robot sencillo y colorido que los niños pueden programar con comandos básicos de movimiento. La aplicación hace uso de la funcionalidad clave de Bee-Bot y permite a los niños mejorar sus habilidades en el lenguaje direccional, programar secuencias de giros de 90 grados hacia adelante, hacia atrás, izquierda y derecha.

4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Como hipótesis de partida se establece que mediante la integración de un programa de actividades para el aprendizaje mediante programación y robótica educativa se contribuirá significativamente a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional en escolares de educación infantil.

Las preguntas de esta investigación serían las siguientes:

1. ¿Se puede desarrollar el pensamiento computacional a través de la robótica y la programación en escolares de educación infantil?
2. ¿Se puede mejorar la capacidad de secuenciar acciones y de relacionar instrucciones en los niños cuando programan?
3. ¿Pueden mejorar los niños la habilidad para identificar y mejorar errores en la programación?
4. ¿Pueden los niños convertir las acciones físicas y concretas en acciones abstractas?
5. ¿Se puede fomentar la inteligencia emocional, los valores y las habilidades educativas a través de la robótica y la programación en Educación Infantil?

4.1. Variables

En el diseño de la investigación se definen dos tipos de variables: independiente y dependiente (Hernández *et al.*, 2014). La variable independiente es aquella que se manipula a fin de medir su efecto en la variable dependiente. Así pues, las actividades unplugged, Bee Bot y Android Apps es la variable independiente.

La variable dependiente se define como las habilidades de pensamiento computacional y programación de los estudiantes, considerando seis dimensiones:

- Descomposición
- Reconocimiento de patrones
- Abstracción
- Modelado y simulación
- Algoritmos
- Evaluación

La intervención consistirá en el desarrollo de 36 sesiones de trabajo con los niños y las niñas de 3 a 6 años. Al inicio del proyecto se evaluará al alumnado objeto de estudio (pre-test) a través de la estructura de retos (Bebras). A continuación, aprenderán sobre las actividades desenchufadas (unplugged), después se llevará a cabo la metodología con el robot abeja (Bee Boot) y las aplicaciones gratuitas Android (Android Apps) y, al final de curso, el alumnado realizará la misma prueba inicial (post-test) para evaluar las habilidades computacionales adquiridas y, de este modo, valorar la eficacia de la metodología propuesta. La aplicación de las pruebas de evaluación se realizará de forma individual.

La planificación de las sesiones formativas se realizará de acuerdo con tres maestras: mis compañeras, bajo mi supervisión se encargarían de las clases de 4 y 5 años, mientras que yo, me encargaría de llevar esta investigación a cabo con el alumnado de 3 años.

Cada sesión se desarrollará los viernes a lo largo de una jornada escolar, con un tiempo aproximado de cuatro horas por jornada, integrando las actividades de programación y robótica en el desarrollo curricular con el fin de potenciar habilidades lógico-matemáticas. Durante el desarrollo de las actividades los estudiantes trabajarán en parejas de forma colaborativa.

4.2. Análisis de datos y evaluación

Para comprobar la influencia de las actividades de programación y robótica educativa en la adquisición de habilidades de pensamiento lógico-matemático-computacional en los escolares, se efectuará el análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas pretest y posttest por clase, diferenciándose las seis dimensiones: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, modelado y simulación, algoritmos, evaluación.

Este mismo análisis estadístico se realizará también para comparar los resultados entre clases (3 a 6 años). La evaluación se realizará a través de una

rúbrica donde se evaluarán las seis dimensiones. Cada dimensión será evaluada a través de la resolución de diferentes retos planteados a los alumnos. Cada reto recibirá una puntuación de 0 a 5 puntos, en función de la autonomía del niño para resolver el reto y el éxito alcanzado (desempeño):

- Los criterios formulados en la rúbrica implican valorar con máximo 5, si el alumno logra completamente el reto asignado sin ninguna ayuda de la maestra.
- En el caso de que el estudiante logre el reto asignado con mínima ayuda se puntuará el logro obtenido con un 4.
- Si el alumno recibe ayudas periódicas de la maestra, pero no paso a paso, obtendrá un 3.
- Cuando la maestra ayude paso a paso al alumno durante el desarrollo, obtendrá un 2.
- En el caso de que el estudiante inicie el desarrollo del reto, pero sin completarlo, obtendrá un 1 y cuando ni siquiera lo intente resolver será de 0.

5. IMPACTO ESPERADO

La presente investigación, centrada en actividades de aprendizaje mediante recursos de programación y robótica educativa, presentará resultados positivos en relación con las habilidades de pensamiento lógico-matemático-computacional logradas, de modo que los alumnos que realicen el programa de programación y robótica conseguirán un mayor desarrollo en las seis dimensiones de la competencia computacional: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, modelado y simulación, algoritmos, evaluación. Este estudio demostrará que es posible desarrollar estas seis habilidades de pensamiento desde etapas escolares tempranas y la relación entre aprendizajes significativos y la programación.

También adquirirá nuevas habilidades para diseñar y construir secuencias de programación, comprobando las consecuencias y la exactitud de las instrucciones elaboradas y, detectando errores, en las secuencias de la programación. La metodología empleada apoya también la adquisición de habilidades sociales, como la comunicación, el trabajo colaborativo, la creatividad, la autonomía y el liderazgo.

También se demostrará que, todos los niños, independientemente de su condición social, pueden desarrollar el pensamiento lógico y matemático para resolver un desafío, son capaces de secuenciar acciones y relacionar las instrucciones en programación y robótica y son capaces de convertir las acciones físicas y concretas en acciones abstractas.

Además, esta investigación formará las bases para futuras publicaciones en revistas de alto impacto, ponencias en Congresos Educativos y Libros o/y Capítulos de Libros y, podrá ser tenida en cuenta, para futuras líneas de investigación.

REFERENCIAS

- Apple. (2011). *Challenge based learning: A classroom guide*. http://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf
- Bebras. (2022). *International Challenge on Informatics and Computational Thinking*. <https://www.bebbras.org> (Accessed April 30, 2022)
- Bers, M. U. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. <https://doi.org/10.4324/9781003022602>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 369–398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Chiara, M., Lieto, D., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., & Dario, P. (2017). Educational robotics intervention on executive functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- CSTA & ISTE. (2011). *EDUTEKA*. <https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/9/284/2062/1> (Accessed April 30, 2022)
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Collier-MacMillan Canada Ltd.
- Duran, X. (2007). *Les històries que les paraules amaguen*. Edicions Mina.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & International Conference Robotics in Education*.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153–169. <https://doi.org/10.28945/2094>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

- Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Berk, L. E., & Singer, D. (2008). *A mandate for playful learning in preschool: Presenting the evidence*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195382716.001.0001>
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.
- Martin, F., Mikhak, B., Resnick, M., Silverman, B., & Berg, R. (2000). To mindstorms and beyond: Evolution of a construction kit for magical machines. In A. Druin & J. Hendler (Eds.), *Robots for kids: Exploring new technologies for learning* (pp. 9–33). Morgan Kaufmann.
- Martínez Eguillor, E. (2020). *Aprendizaje basado en retos: Preparar personas que van a afrontar los desafíos del siglo XXI en el ámbito de la formación profesional*. Fundación Bertelsmann.
- Melchior, A., Cohen, F., Cutter, T., & Leavitt, T. (2005). *An evaluation of the FIRST Robotics Competition: Participant and institutional impacts*. Center for Youth and Communities, Brandeis University.
- Montessori, M. (1964). *The Montessori method* (Rome 1912). Schocken Books.
- Moreno León, J. (2014). Programamos. <https://programamos.es/que-es-el-pensamiento-computacional/> (Accessed April 30, 2022)
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.2316/journal.209.2013.1.209-0015>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95> (Accessed April 23, 2022)
- Resnick, M., Martin, F., Sargent, R., & Silverman, B. (1996). Programmable bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal*, 35(3.4), 443–452. <https://doi.org/10.1147/sj.353.0443>
- Resnick, M. (2009). Sowing the seeds for a more creative society. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 345–350). <https://doi.org/10.1145/1518701.2167142>
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. In *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children* (pp. 117–122). <https://doi.org/10.1145/1109540.1109556>
- Robotsparaninos. (2022). 20 aplicaciones infantiles gratis (o casi) para aprender programación. <https://www.robotsparaninos.com/las-20-mejores-aplicaciones-para-que-los-ninos-aprendan-programacion/> (Accessed April 23, 2022)
- Rodríguez Torres, J. (2021). La robótica en Educación Infantil: Inserción curricular y recurso para la enseñanza. In C. Ricardo, J. Cano, C. Astorga, M. Borjas, & V.

- Navarro (Eds.), *Ambientes de aprendizaje enriquecidos con TIC en Educación Infantil: Una mirada internacional* (pp. 137–156). Editorial Universidad del Norte.
- Sáez López, J. M. (2017). Robots educativos y programación por bloques en educación infantil y primaria: Propuestas con Bee-Bot y mBot. In R. Cózar & M. del Valle (Coords.), *Entornos humanos digitalizados: Experiencias TIC en escenarios educativos* (pp. 139–153). Editorial Síntesis.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Zapata-Ros, M. (2019). Computational thinking unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20, Article 18. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18
- Zosh, J. M., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K., & Whitebread, D. (2017). El aprendizaje a través del juego: Un resumen de la evidencia. *The Lego Foundation*.

INICIACIÓN A LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDADES TEMPRANAS

Mayca Villén de Arribas, UNED

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se encuentra inmersa en un proceso de transformación digital que presenta nuevos retos sociales y, también, educativos. En el ámbito de la educación, nos encontramos con, por una parte, nuevos entornos relacionados con la tecnología que presentan una necesidad de preparación del alumnado para poder dar respuesta a estos escenarios. Por otra parte, nos encontramos con herramientas didácticas, como la robótica educativa, capaz de fomentar no solo habilidades cognitivas sino también sociales y emocionales desde edades tempranas.

En nuestros días, un ejemplo de las herramientas didácticas que encontramos en las aulas se basa en el manejo de robots con fines educativos. Este tipo de robots y su aplicación didáctica es conocido como robótica educativa. Así, este capítulo se centrará en el análisis de esta herramienta como vía de acceso a una competencia digital que incluya, entre otras habilidades, el pensamiento computacional.

Por tanto, el uso de herramientas tecnológicas y digitales lleva asociado el desarrollo de ciertas capacidades y habilidades como elemento indispensable para formar en competencias digitales. Dentro de este objetivo tan amplio se enmarca el pensamiento computacional como elemento básico. Este enfoque, que generalmente se asocia con la programación y la codificación no solo se refiere al área de Informática, sino que está relacionado con la capacidad de desarrollar un pensamiento lógico, crítico y creativo a través de la interacción con dispositivos digitales, favoreciendo la resolución de problemas, la toma de decisiones y la creación de soluciones creativas e innovadoras (Polanco et al, 2021).

La robótica en Educación Infantil y Primaria se contempla como una forma de introducir a los niños y niñas en el pensamiento computacional. No solo a través de la utilización de dispositivos tecnológicos, sino a través del desarrollo del pensamiento lógico, la división de los problemas en partes más pequeñas, la búsqueda de soluciones creativas y el trabajo de forma ordenada. Todo esto se despliega de manera natural a través del juego, la manipulación de materiales tecnológicos y digitales y la exploración del entorno.

Las razones para iniciar estas experiencias en Educación Infantil y Primaria se pueden encontrar dentro de la literatura científica. Encontramos revisiones sistemáticas como la realiza por Alonso-García et al. (2024), donde se indica que las

actividades de robótica en la Educación Infantil tienen una influencia significativa en el pensamiento computacional, y que gracias al apoyo de normativa educativa y contextos que priorizan el desarrollo de estas competencias se disminuye la brecha de acceso digital.

En esta línea, la robótica ofrece un marco idóneo para el diseño de entornos de aprendizaje inclusivos, especialmente cuando se integra bajo los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). El potencial que presenta para plantear las tareas a través de diferentes formas de representación, expresión e implicación permite ajustar la enseñanza a las diferencias individuales y a los estilos de aprendizaje de cada niño y niña, favoreciendo así una educación inclusiva y de calidad (CAST, 2018).

En este capítulo se propone un recorrido teórico por los fundamentos, recursos y estrategias que sustentan la iniciación a la robótica educativa en edades tempranas. Se abordarán los marcos pedagógicos y psicológicos que legitiman su integración curricular, los vínculos con el desarrollo del pensamiento computacional, los recursos tecnológicos más adecuados para esta etapa, y una propuesta de actividades contextualizadas y evaluables que sirvan de guía para la práctica docente.

2. ROBÓTICA EDUCATIVA Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDADES TEMPRANAS

La acción educativa en edades tempranas, como es el caso de la etapa de Educación Infantil, abarca el período comprendido entre los 0 y los 6 años dividido en dos ciclos, el primero, de 0 a 3 y el segundo, que será en el que nos centremos en este capítulo, de 3 a 6 años. En esta etapa, los aprendizajes se contruyen principalmente a través de la exploración y la manipulación de diferentes materiales. En el caso de la robótica educativa en Educación Infantil, permite crear escenarios que permiten una exploración y manipulación de materiales tecnológicos y digitales, dando lugar a posibilidades de aprendizaje relacionadas con el pensamiento computacional, la creatividad y la puesta en práctica de habilidades sociales y cognitivas.

2.1. ¿Qué es la robótica educativa en Educación Infantil?

Con la incorporación de la competencia digital en el currículo educativo, el uso de la robótica se ha convertido en una de las herramientas tecnológicas más frecuentes en el ámbito escolar, especialmente en las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria. Su utilización permite trabajar conceptos relacionados con habilidades esenciales para resolver problemas a través de estructuras secuenciadas y lógicas. A continuación, analizaremos qué es la robótica educativa y

presentaremos ejemplos prácticos de su aplicación en el aula, desde una perspectiva basada en metodologías activas, fundamentales para el diseño e implementación de situaciones de aprendizaje innovadoras.

En consonancia con estas metodologías, la robótica educativa se presenta como un proceso de aprendizaje desde edades tempranas, que permite iniciarse en el lenguaje de la codificación y en la programación.

A través de actividades relacionadas con el uso de robots y la programación, los niños aprenden a enfrentarse a desafíos y a buscar soluciones estructuradas y creativas. Asimismo, se fomenta el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo.

2.2. Definición de robótica educativa

La robótica educativa es 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 estudiantes interactuar directamente con las herramientas tecnológicas, favoreciendo así un aprendizaje dinámico, práctico y significativo.

Este enfoque no solo está vinculado al conocimiento técnico, sino que también promueve habilidades como la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo. A través de la robótica, los niños y niñas aprenden a programar y a trabajar con algoritmos, lo que constituye la base del pensamiento computacional. Además, la interacción directa con los robots les permite observar los efectos de sus decisiones y comprender la lógica detrás de sus acciones.

La robótica educativa, por tanto, facilita la enseñanza de conceptos complejos de forma tangible y accesible. Gracias a la programación y la manipulación física de los robots, los alumnos comprenden ideas abstractas como la secuencia de instrucciones, la lógica y la resolución de problemas.

Los robots más adecuados para las etapas iniciales, como Bee-Bot, Blue-Bot, mTiny y Matatalab, han sido diseñados para ser intuitivos y fáciles de usar, permitiendo que los estudiantes se familiaricen con la programación sin necesidad de codificar en lenguajes complejos.

Los beneficios del uso de la robótica educativa en edades tempranas son numerosos (Hernández Álvarez et al., 2024). Según este estudio, la integración de la educación STEM y la robótica educativa tiene un impacto positivo en el alumnado, ya que promueve el desarrollo integral de sus competencias y mejora su comprensión de conceptos científicos, tecnológicos, de ingeniería y matemáticos.

Además, la robótica educativa contribuye al desarrollo cognitivo y social de los niños y niñas, ya que fomenta el pensamiento computacional, ayudándoles a descomponer problemas en pasos lógicos y a diseñar soluciones mediante algoritmos. Otro beneficio relevante es el fomento de la creatividad, al enfrentarse a tareas que suponen un reto o desafío que requiere la búsqueda de soluciones innovadoras. Asimismo, las actividades pueden desarrollarse en diferentes tipos de agrupamientos, lo que favorece el aprendizaje colaborativo y potencia habilidades sociales como la comunicación y el trabajo en equipo.

Finalmente, desde la perspectiva de la sociedad actual, la robótica impulsa el desarrollo de competencias digitales, preparando al alumnado para desenvolverse en un entorno tecnológico en constante evolución.

En el contexto de la Educación Infantil, se entiende por robótica educativa a todas las actividades donde los niños y niñas interactúan con dispositivos programables, como robots básicos o juguetes robóticos, con el fin de experimentar de manera activa conceptos como la relación causa-efecto, la secuenciación o la solución de problemas. Mediante estas vivencias, se fomenta el aprendizaje relevante y el razonamiento lógico desde la infancia (Bers, 2018).

2.3. Pensamiento computacional y su desarrollo en la infancia

El pensamiento computacional (PC) es una competencia que, aunque tradicionalmente asociada a la informática, puede y debe desarrollarse desde edades muy tempranas. Wing (2006) lo define como el proceso mental que implica formular problemas y sus soluciones de manera que estas puedan ser representadas mediante instrucciones ejecutables. En el caso de la Educación Infantil, estas representaciones se dan a través de actividades concretas y manipulativas, adaptadas a su nivel de desarrollo cognitivo.

En esta línea, la International Society for Technology in Education (ISTE) y la Computer Science Teachers Association (CSTA) (2011) resaltan su vínculo con el uso de tecnologías digitales. Como se puede comprobar, todas las definiciones coinciden en referirse a “actividades mentales” y a habilidades de programación, sin embargo, se diferencian en otros componentes e incluso en el área de aplicación (Velázquez-Iturbide y Martín-Lope, 2021).

Según Bers (2018), el PC en la infancia se traduce en la capacidad de organizar pensamientos, identificar patrones, descomponer tareas complejas en pasos simples y crear soluciones creativas mediante herramientas tecnológicas. Estas habilidades no se desarrollan de forma abstracta, sino a través de la acción y la exploración, por lo que el uso de robots programables resulta especialmente adecuado en este ciclo educativo.

Investigaciones como las de Resnick et al. (2009) y Bers (2018) evidencian que los niños y niñas en la etapa de Educación Infantil pueden comenzar a construir estas habilidades a través de juegos sin pantalla, actividades de secuenciación, y más adelante, mediante la programación de robots como Bee-Bot o Blue-Bot.

2.4. Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional

El uso de robots programables en Educación Infantil permite a los niños experimentar con conceptos fundamentales del pensamiento computacional, como la secuenciación, la lógica condicional y la retroalimentación, en un entorno seguro y lúdico. Según Sáez-López, Román-González y Vázquez-Cano (2016), esta experiencia con la robótica facilita el desarrollo de la metacognición, la autonomía y la colaboración entre iguales.

Además, el uso pedagógico de la robótica potencia habilidades sociales como la colaboración y la creatividad, en línea con metodologías activas y enfoques constructivistas. Aunque existen limitaciones en la muestra y la asignación de grupos, los resultados de estudios, respaldan la incorporación temprana de la robótica para el desarrollo de competencias STEM (García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A., y Caballero-González, Y.-A., 2019).

El diseño del “Positive Technological Development” (PTD) de Bers (2018) propone que la tecnología, incluida la robótica, debe utilizarse para promover no solo el desarrollo cognitivo, sino también valores como la empatía, el trabajo en equipo y la competencia digital desde los primeros años.

3. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y PSICOLÓGICOS DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDADES TEMPRANAS

3.1. El enfoque constructivista y el aprendizaje significativo

La incorporación de la robótica en las primeras etapas educativas no responde únicamente a una lógica tecnológica, sino que encuentra su justificación en teorías del aprendizaje, que subrayan el valor del juego, la experimentación activa y la construcción significativa del conocimiento. Este apartado profundiza en los principales marcos teóricos que sustentan su aplicación didáctica en el aula.

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje se entiende como un proceso activo en el que el alumnado construye su conocimiento a partir de la interacción con el entorno. Este planteamiento, desarrollado por autores como Piaget y Vygotsky, encuentra en la robótica educativa una herramienta didáctica de gran valor. La manipulación de objetos, la resolución de problemas y la

programación de pasos o secuencias en robots permiten a los niños y niñas desarrollar estructuras cognitivas complejas a través del juego y la colaboración con otros.

La robótica favorece así un aprendizaje situado y contextualizado, que permite la manipulación y secuenciación de los pasos que dan lugar a la adquisición de habilidades relacionadas con la competencia digital.

3.2. Aprendizaje basado en el juego y la motivación intrínseca

El juego es el lenguaje natural de la infancia y, como tal, constituye una vía fundamental para el aprendizaje en edades tempranas. La robótica, al presentarse como una actividad lúdica y desafiante, activa la motivación intrínseca del alumnado, elemento clave en la consolidación de aprendizajes duraderos. Este tipo de actividades puede desarrollarse a través de actividades lúdicas, presentadas a través de desafíos y retos, que despierten la curiosidad del alumnado, reforzando de esta forma la idea de que el placer de aprender está íntimamente vinculado con el descubrimiento y la exploración de diferentes materiales y soportes, en este caso, con base tecnológica y digital.

Este enfoque conecta con situaciones de aprendizaje contextualizadas que, basadas en tareas a las que dar respuesta a través del uso de robótica educativa, se muestra en consonancia con el Principio de Implicación dentro del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), favoreciendo la motivación y su implicación activa en los aprendizajes CAST (2018).

3.3. Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y activación de conocimientos previos

La teoría de Ausubel destaca la importancia de relacionar los nuevos contenidos con los conocimientos previos de los niños y niñas. En este sentido, la robótica permite vincular conocimientos ya adquiridos con nuevas experiencias, activando esquemas previos mediante tareas que exigen reflexión, predicción y verificación de hipótesis.

Además, los entornos de aprendizaje en robótica pueden diseñarse para responder a las diferencias individuales de los alumnos y alumnas, permitiendo así una educación inclusiva y favorecedora de aprendizajes signitivos.

La robótica educativa permite que el alumnado relacione los conocimientos con sus experiencias previas a través de la experimentación y manipulación de los objetos, facilitando diferentes formas de representación, alineado así con el Principio de Representación del DUA (CAST, 2018).

3.4. Perspectiva sociocultural del aprendizaje y trabajo colaborativo

Desde la perspectiva socioconstructivista de Vygotsky, el aprendizaje se construye en interacción con los demás. La robótica educativa fomenta dinámicas de trabajo colaborativo que promueven la comunicación, la resolución conjunta de problemas y el desarrollo de habilidades socioemocionales.

Estas habilidades sociales y emocionales son especialmente valiosas en los aprendizajes en las primeras etapas del desarrollo. El trabajo colaborativo en tareas relacionadas con robótica permite trabajar desde un enfoque que permite al alumnado que exprese sus ideas y resuelva problemas de manera conjunta, favoreciendo así diferentes formas de acción y expresión que ofrecen oportunidades para el aprendizaje, en relación con el Principio de Expresión del DUA (CAST, 2018).

4. HERRAMIENTAS Y ROBOTS MÁS UTILIZADOS

En Educación Infantil y Primaria, es fundamental seleccionar herramientas tecnológicas que se ajusten al nivel de desarrollo del alumnado. En el caso de la robótica educativa, existen diversos robots diseñados específicamente para edades tempranas o, para los primeros acercamientos al uso de esta tecnología en el aula. A continuación, se describen algunas de las herramientas más utilizadas:

4.1 Bee-Bot

Bee-Bot es un robot con forma de abeja diseñado para introducir a los niños en la programación a través de comandos básicos que se programan utilizando botones situados en su parte superior, que permiten indicarle direcciones como avanzar, retroceder, girar a la izquierda o a la derecha. Este robot no requiere pantallas ni dispositivos adicionales, lo que lo hace ideal para Educación Infantil.

Con Bee-Bot se pueden realizar múltiples actividades vinculadas al currículo: desde secuencias lógicas y narraciones hasta el trabajo con contenidos de lecto-escritura, lógico-matemática u otras temáticas. Se mueve en un tablero con casillas de 15x15cm totalmente configurables con las temáticas que se están trabajando, o tapetes comerciales ya creados.

4.2 Blue-Bot

Blue-Bot es una versión más avanzada de Bee-Bot que incorpora conectividad Bluetooth a un dispositivo. Esto permite que pueda ser programado desde una tablet u ordenador mediante una aplicación específica del robot. Además de los comandos básicos, se pueden diseñar secuencias más complejas y registrar

los movimientos en la aplicación. Blue-Bot conserva la misma apariencia amigable, por lo que resulta familiar para el alumnado que ya ha trabajado con Bee-Bot.

Su uso es recomendable a partir de Educación Infantil y durante toda la etapa de Educación Primaria. La programación ya no solo se basa en los botones del dispositivo si no que permite una programación del robot desde una interfaz gráfica, además de permitir otras funcionalidades más avanzadas para el control del movimiento y la creación de trayectorias más complejas.

4.3 mTiny

mTiny es un robot diseñado para alumnado de Educación Infantil, especialmente de 3 a 6 años. A diferencia de los robots anteriores, mTiny se programa utilizando tarjetas físicas con símbolos que representan instrucciones. Estas tarjetas se colocan en un tapete interactivo, y el robot las interpreta a través de un "controlador tipo lápiz".

mTiny fomenta aprendizajes significativos a través de una vía multisensorial, y permite al alumnado trabajar contenidos curriculares de forma integrada, además de trabajar la lateralidad, las emociones, la música, la resolución de problemas o la iniciación a la lectoescritura. Su aspecto amigable y su modo de interacción lo convierten en una herramienta especialmente atractiva para los niños y niñas.

4.4 Matatalab

Matatalab es un robot programable recomendado para Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria. Consiste en un robot que se mueve sobre una base, y cuya programación se realiza mediante bloques físicos que representan instrucciones de los movimientos o secuencias a ejecutar. Los niños y niñas colocan estos bloques en un soporte, y una cámara lee la secuencia para ejecutar los movimientos del robot.

Con Matatalab se trabaja el pensamiento computacional desde una perspectiva lúdica y creativa. Sus múltiples extensiones (como música o dibujo) permiten realizar actividades interdisciplinarias que integran diferentes áreas. Además, su diseño sin necesidad de usar pantallas favorece un uso saludable de la tecnología en el aula.

5. DISEÑO DE ACTIVIDADES CON ROBÓTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA

El diseño de actividades con robótica educativa debe partir de un enfoque pedagógico que contemple el desarrollo integral del alumnado, promoviendo competencias como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación, la colaboración y, especialmente, el pensamiento computacional. En el caso de la Educación Infantil y Primaria, las propuestas deben ser lúdicas, significativas y adecuadas al nivel madurativo de los niños y niñas.

5.1. Enfoques metodológicos

Las metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en retos (ABR) o el aprendizaje cooperativo, son especialmente apropiadas para integrar la robótica en el aula. Estas metodologías permiten que el alumnado asuma un rol activo, explorando, experimentando y construyendo conocimiento de manera autónoma o en pequeños grupos.

Además, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) proporciona un marco ideal para diseñar actividades interdisciplinarias que vinculan la robótica con distintas áreas del currículo.

5.2. Criterios para el diseño de actividades

En el diseño y planificación de actividades con robótica educativa, es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Adecuación al nivel educativo:** Las actividades deben ser comprensibles y realizables por el alumnado, respetando sus características evolutivas.
- **Contextualización:** Es recomendable partir de situaciones cercanas o significativas para el alumnado, como historias, juegos o temas de su interés.
- **Secuenciación progresiva:** Las actividades deben presentar una dificultad creciente que permita avanzar desde tareas simples hasta retos más complejos.
- **Integración curricular:** La robótica debe servir como medio para trabajar contenidos y competencias del currículo, no solo como un fin en sí misma.

- Evaluación formativa: Se deben establecer indicadores de evaluación claros que permitan valorar el proceso de aprendizaje más allá del resultado final.

5.3. Ejemplos de actividades

Actividad 1: “La granja de Bee-Bot” (Educación Infantil)

- Objetivo: Trabajar la orientación espacial, el conteo y el vocabulario sobre animales.
- Descripción: Se presenta un tablero con imágenes de una granja. El alumnado debe programar a Bee-Bot para que se desplace desde el granero hasta los distintos animales, siguiendo instrucciones como “avanza dos casillas”, “gira a la derecha”, etc.
- Áreas trabajadas: Orientación espacial, lenguaje oral, resolución de problemas.

Actividad 2: “El bosque de las emociones con mTiny” (Educación Infantil)

- Objetivo: Reconocer y expresar emociones básicas.
- Descripción: mTiny recorre un tablero con escenarios emocionales (alegría, tristeza, enfado...). El alumnado programa su recorrido usando tarjetas de dirección y expresa cómo se sienten los personajes que encuentra.
- Áreas trabajadas: Educación emocional, expresión oral, lateralidad.

Actividad 3: “Crea tu ciudad con Matatalab” (Educación Infantil)

- Objetivo: Desarrollar habilidades de planificación, orientación y pensamiento computacional.
- Descripción: Los niños y niñas diseñan una pequeña ciudad en una cuadrícula y programan a Matatalab para que realice rutas entre diferentes lugares (escuela, parque, hospital...). Se pueden añadir desafíos como obstáculos o rutas alternativas.
- Áreas trabajadas: Lógico-matemática, pensamiento lógico, creatividad.

5. CONCLUSIONES

La introducción de la robótica educativa en las etapas de Educación Infantil y Primaria ofrece un gran potencial para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. A través de recursos como Bee-Bot, Blue-Bot, mTiny o Matatalab, los niños y niñas pueden iniciarse en el pensamiento computacional de forma lúdica, significativa y adaptada a su nivel de desarrollo.

La robótica no solo contribuye al desarrollo de habilidades técnicas, sino que también promueve el trabajo colaborativo, la resolución de problemas, la creatividad y la autonomía. Estos aprendizajes resultan especialmente valiosos en un contexto educativo en el que se busca formar alumnos y alumnas capaces de desenvolverse en un mundo cada vez más digital.

El papel del docente es clave en el diseño didáctico de actividades con robótica educativa que tenga en cuenta las diferencias individuales del alumnado, la integración de distintas áreas y el uso de metodologías activas con el fin de favorecer una educación inclusiva. Todo ello partiendo del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) para ofrecer diferentes formas de implicación, expresión y representación en las tareas de robótica en edades tempranas.

REFERENCIAS

- Alonso-García, S., Rodríguez Fuentes, A. V., Ramos Navas-Parejo, M., & Victoria-Maldonado, J. J. (2024). Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis. *Heliyon*, 10, e33249. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33249>
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning guidelines version 2.2*. <http://udlguidelines.cast.org>
- García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A., & 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., & 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>
- ISTE, & CSTA. (2011). *Operational definition of computational thinking*. International Society for Technology in Education & Computer Science

- Teachers Association. https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf
- Polanco Padrón, N., Ferrer Planchart, S., & Fernández Reina, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55-76. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & 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., & 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., & 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>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS, ROBÓTICA Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN CENTROS INNOVADORES EDUCATIVOS

Óscar Gómez Jiménez, VIU
Javier Rodríguez Torrez, UCLM

1. INTRODUCCIÓN

La robótica educativa supone un entorno de aprendizaje multidisciplinario que permite estimular habilidades, competencias y saberes relativos en las áreas STEAM (Casado y Checha, 2020; García-Romero, 2020; del Álamo-Venegas et al., 2021), a la vez que posibilita el diseño, la construcción y el desarrollo de ambientes de desarrollo del pensamiento y la estructuración de contextos de aprendizaje (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020). Su configuración en el espacio pedagógico como una herramienta poderosa y motivadora para el alumnado (Moreno-Palma et al., 2025) permite el desarrollo del pensamiento computacional (González-González, 2019).

Este término, que se ha consolidado internacionalmente entre las tendencias educativas (Velázquez-Iturbide y Martín-Lope, 2021), supone un constructo cognitivo y multidimensional que abarca tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades prácticas relativas al pensamiento algorítmico, la abstracción, la descomposición o el reconocimiento de patrones (de la Fuente y Pérez-García, 2017). Se relaciona directamente con otras formas de pensamiento, como el matemático, el lógico o el crítico (Roig-Vila y Moreno-Isac, 2020), ya que todos ellos comparten procesos de análisis, razonamiento y resolución de problemas (Adell et al., 2019). Sin embargo, su alcance va más allá de la simple programación informática, ya que se centra en la capacidad de abordar problemas de manera estructura y eficiente en diversidad de contextos.

La robótica educativa contribuye al desarrollo del pensamiento computacional (Collado-Sánchez et al., 2023) en el ámbito escolar, al proporcionar experiencias prácticas y significativas que potencian habilidades clave en los estudiantes (Álvarez-Herrero, 2020). El alumnado pone en práctica habilidades del siglo XXI, tales como la creatividad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación, integrando de forma natural el aprendizaje por indagación y la experimentación en contextos culturales y tecnológicos diversos (Moreno-Palma et al., 2025). Su naturaleza multidisciplinaria permite que los estudiantes construyan objetos tecnológicos con un propósito específico, promoviendo una comprensión más profunda de los conceptos de programación y tecnología (Cruz-Rincón et al., 2025).

Sin embargo, aunque la robótica facilita el desarrollo del pensamiento computacional, no es el único medio para alcanzarlo. Actividades desconectadas o

“desenchufadas” también contribuyen significativamente a este desarrollo, especialmente en las etapas iniciales, ofreciendo experiencias que no dependen del uso de dispositivos tecnológicos (Zapata-Ros, 2019; Benavides-Escola et al., 2024). Por ello, la integración de la robótica en el aula debe acompañarse de estrategias pedagógicas adecuadas que permitan articular la programación y el pensamiento computacional de manera efectiva.

Para ello, la integración de la robótica y el pensamiento computacional (Téllez, 2019; Vásquez-Acevedo et al., 2023) en los currículos educativos es una tendencia en crecimiento a nivel global. En los países desarrollados, la robótica se está incorporando progresivamente en los planes de estudio, especialmente en Educación Media, como una herramienta clave para fomentar habilidades en programación y pensamiento computacional (Redondo-Polo, 2024). En España, la implementación varía entre Comunidades Autónomas, con nuevas asignaturas de robótica y programación introducidas en Educación Primaria y/o Educación Secundaria. En Educación Infantil el enfoque es más transversal y limitado, mayoritariamente limitado a la robótica de suelo como herramienta de introducción al pensamiento computacional (Terroba-Acha et al., 2021), lo que supone una buena estrategia para iniciarse en la materia y en el desarrollo de habilidades y destrezas (Zorrilla-Puerto et al., 2023) aunque se ha de seguir explorando opciones más prácticas.

Los beneficios de la robótica educativa en el currículo son amplios y diversos. Su naturaleza tangible y práctica facilita la comprensión de conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades fundamentales del pensamiento computacional (González-Cervera et al., 2024). Su incorporación en el aula contribuye a fortalecer las competencias digitales, mejorar la motivación hacia las disciplinas STEM y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un entorno cada vez más digital (Polanco-Padrón et al., 2021).

La opinión del profesorado revela una creciente conciencia sobre su importancia para el desarrollo de competencias en los estudiantes. Sin embargo, uno de los principales desafíos identificados es la falta de formación adecuada (González-Martínez et al., 2018). Aunque muchos docentes valoran positivamente los resultados de aprendizaje y de desarrollo competencial de los alumnos en experiencias relacionadas con la robótica y la programación (Marañón-Marañón y González-García, 2021), solo una minoría ha recibido formación específica en estas áreas, lo que genera incertidumbre sobre cómo implementar actividades efectivas (Adell et al., 2019). No obstante, aquellos que han participado en programas formativos destacan la relevancia de los contenidos, la aplicabilidad en el aula y el apoyo recibido, factores que incrementan su confianza y compromiso. Valoran que el pensamiento computacional se percibe como una herramienta que, cuando se integra adecuadamente, mejora tanto la práctica docente como la motivación del alumnado (de la Fuente y Pérez-García, 2017).

Pese a estos avances, persisten diversas perspectivas y retos. Algunos docentes expresan confusión sobre ciertos enfoques, especialmente en la Educación Infantil, donde se cuestiona si el uso de la robótica garantiza el desarrollo del pensamiento computacional y la competencia digital o si corre el riesgo de

quedarse en una experiencia meramente lúdica sin propósito pedagógico claro (Álvarez-Herrero, 2020; Raposo-Rivas et al., 2022). Además, reconocen que el pensamiento computacional puede trabajarse con otros recursos y actividades más allá de la robótica (Terroba et al., 2021). La evaluación también plantea dificultades, con discrepancias entre la percepción del desarrollo de esta competencia por parte de los estudiantes y los docentes (Kong et al., 2025). Asimismo, se señala que la formación docente ha sido mayoritariamente instrumental, centrada en habilidades de programación, pero con escasa profundización en la dimensión pedagógica del pensamiento computacional, posiblemente producido por la falta de recursos tecnológicos o la persistencia de modelos educativos tradicionales (Redondo-Polo, 2024; Schröer et al., 2024).

En este contexto, aunque la percepción del profesorado sobre la robótica educativa y el pensamiento computacional es cada vez más positiva, se evidencia una necesidad urgente de formación integral y recursos adecuados para garantizar su integración efectiva en las prácticas educativas. Es evidente la necesidad de profundizar en la percepción del profesorado respecto al desarrollo del pensamiento computacional a través de actividades de robótica en el aula. Comprender cómo los docentes conciben esta relación es fundamental para poder identificar las prácticas pedagógicas más efectivas, así como los desafíos y limitaciones que enfrentan en su implementación. Dado que la robótica educativa se presenta como una herramienta potencial para fomentar el pensamiento computacional, resulta esencial indagar en cómo los docentes interpretan su impacto en el aprendizaje y cómo perciben la relación entre la manipulación de recursos tecnológicos y el desarrollo de habilidades computacionales. Además, esta indagación permitirá identificar las necesidades formativas específicas y los recursos que los docentes consideran necesarios para integrar de manera adecuada la robótica en sus prácticas pedagógicas, garantizando así una enseñanza intencionada y significativa del pensamiento computacional.

2. MÉTODO

El objetivo de este estudio es analizar la percepción que tiene el profesorado sobre el pensamiento computacional en el desarrollo de actividades de robótica y de prácticas innovadoras de los centros educativos, a través de la elaboración de un instrumento específico.

Este estudio se enmarca dentro de una investigación de carácter cuantitativo y descriptivo, cuyo propósito es recopilar información sobre los conocimientos y percepciones del profesorado sin intervenir en el entorno investigado. Para ello, se elaboró un cuestionario de 31 preguntas de tipo mixto, diseñado para abarcar todos los aspectos relevantes relacionados con la percepción del profesorado acerca del pensamiento computacional y la robótica en las prácticas pedagógicas. El cuestionario se estructuró en cinco secciones. La primera aborda la experiencia profesional, pedagógica y académica de los encuestados, mientras que la segunda se centra en la comprensión del constructo de pensamiento computacional. Las tres

secciones restantes están orientadas a explorar la implementación del pensamiento computacional en las prácticas educativas y en las actividades de robótica, su impacto percibido en los estudiantes y la valoración y perspectivas sobre la innovación tecnológica en el aula.

Tras definir los objetivos del estudio (Caballero-González y García-Valcarcel, 2020; Cruz-Rincón et al., 2025; Moreno-Palma et al., 2025), se desarrolló una versión preliminar del cuestionario. La consistencia interna del instrumento fue evaluada a través de pruebas de validez y fiabilidad. Para asegurar su adecuación, se recurrió al juicio de expertos, contando con la participación de siete académicos especializados en el área de conocimiento, quienes validaron el cuestionario. La selección de estos expertos se basó en criterios de inclusión como la pertinencia de su perfil profesional e investigador respecto a los objetivos del estudio, su experiencia en la materia y la realización de investigaciones recientes sobre el tema. En promedio, los jueces contaban con 17 años de experiencia y, al menos, dos publicaciones científicas relacionadas con el objeto de estudio.

La validación del instrumento se llevó a cabo mediante dos rondas de revisión con un enfoque mixto. Cada ítem fue evaluado en cuanto a su relevancia y claridad utilizando una escala tipo Likert de tres puntos, complementada con observaciones cualitativas orientadas a la mejora del cuestionario. El índice de validez, calculado mediante la V de Aiken ($V = S / [n(c-1)]$), alcanzó un valor de 0,844, lo que indica que el instrumento es válido. Para evaluar la fiabilidad, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,89, lo que respalda la fiabilidad del cuestionario para su uso en contextos de investigación.

La muestra se seleccionó de manera no probabilística mediante la técnica de bola de nieve atendiendo a los siguientes criterios de inclusión: a) profesores pertenecientes a centros educativos de enseñanzas no universitarias, b) desarrollan o han desarrollado proyectos innovadores en materia de robótica e innovación tecnológica. El cuestionario se aplicó tanto en formato digital durante los meses de enero a marzo de 2025. El cuestionario fue acompañado del consentimiento informado, garantizando en todo momento el anonimato en las respuestas, la confidencialidad y la no correlación entre los participantes y los resultados obtenidos. El total de participantes ascendió a 102 docentes, de los cuales el 78,43% de la muestra se identifican con el género femenino (n=80) y el 21,57% se identifican con el género masculino (n=22). La franja de edad oscila entre los 31 y los 40 años (n=40), comprendiendo al 39,22% de los participantes, seguido del 31,37% con edades comprendidas entre los 41 y los 50 años (n=32), un 19,61% cuyas edades se sitúan entre los 51 y los 60 años (n=20) y tan solo el 9,8% (n=10) con edades entre los 20 y los 30 años de edad. Distribuidos por etapas en las que imparten docencia, el grupo con mayor representación es el de docentes de la etapa de Educación Primaria (n=46) con un 45,1% de participantes, seguido de los docentes de Educación Infantil (n=24) con un 23,53% de los encuestados, los docentes de Educación Secundaria Obligatoria (n=12) con un 11,77% de representación, así como los pertenecientes a las enseñanzas de Educación Especial (n=10) con un 9,80% de representación, el grupo de docentes de Formación Profesional (n=8) con un 7,84% de los encuestados y los pertenecientes a las

Enseñanzas de Personas Adultas (n=2) con un 1,96% de los encuestados. Respecto a los años de experiencia en el ámbito de la docencia formal, el 27,45% tiene entre 1 y 4 años de experiencia, aunque también encontramos al 21,57% de los participantes con más de 25 años de trayectoria (n=22), seguido del 19,60% de los encuestados que tienen una experiencia de entre 19 y 24 años, y del 13,72% de la muestra (n=14) con entre 5 y 8 años de experiencia, el 7,84% de los participantes (n=8) con una experiencia de entre 9 y 12 años, así como un 5,88% (n=6) y 3,92% (n=4) de los docentes con una experiencia menor de 1 año o comprendida entre los 13 y 18 años, respectivamente.

Es importante destacar que el 23,52% y 31,37% de la muestra tiene una experiencia inferior al año (n=24) o entre 1 y 4 años (n=32), respectivamente, en la implementación de proyectos de robótica en el aula. El 17,65% de los encuestados así como el 13,73% tienen experiencias comprendidas entre los 5 y los 8 años (n=18) o entre los 13 y los 18 años (n=14), situándose en porcentajes menores (de entre 9,81% y 3,92%) aquellas personas con experiencias de entre 9 y 12 años (n=10) y entre los 19 y 24 años (n=4) en la puesta en marcha de proyectos de robótica. Del total de los docentes participantes en el estudio, el 68,63% (n=70) no habían participado en proyectos de robótica o en proyectos de innovación tecnológica en los últimos 5 años. Entre los proyectos que han desarrollado y/o participado, destaca la implementación del programa Carmenta, Cógido Escuela 4.0., Aulas del Futuro, situaciones de aprendizaje mediadas con realidad virtual, uso del programa Scratch o asistencia a formaciones y/o congresos relacionados con la competencia digital y la robótica educativa.

Otro de los aspectos destacables de la muestra, es el nivel de competencia digital docente acreditado por los participantes. El 45,09% (n=46) tiene acreditado el nivel B1, mientras que el 23,54% (n=24) ha alcanzado el nivel B2. Destaca que el 17,64% (n=18) no tiene reconocido ninguno de los niveles de competencia digital, así como el 3,92% (n=4) ha obtenido el reconocimiento de nivel A1, A2 o C1, llegando a tener acreditado el mayor nivel de competencia digital (nivel C2) tan solo el 1,97% de los docentes (n=2).

Para el tratamiento de los datos, la información recogida a través de los cuestionarios fue registrada en una base de datos utilizando Microsoft Excel (Paquete Microsoft Office 365). Posteriormente, esta información organizada se transfirió al software estadístico JAMOV, versión 2.4.8.0, donde se llevó a cabo el análisis estadístico pertinente (Navarro y Foxcroft, 2025). Tras finalizar el procesamiento de los datos cuantitativos, se procedió a realizar una triangulación, apoyándose en el marco teórico para obtener una interpretación más completa, enriquecida y profunda de los resultados obtenidos.

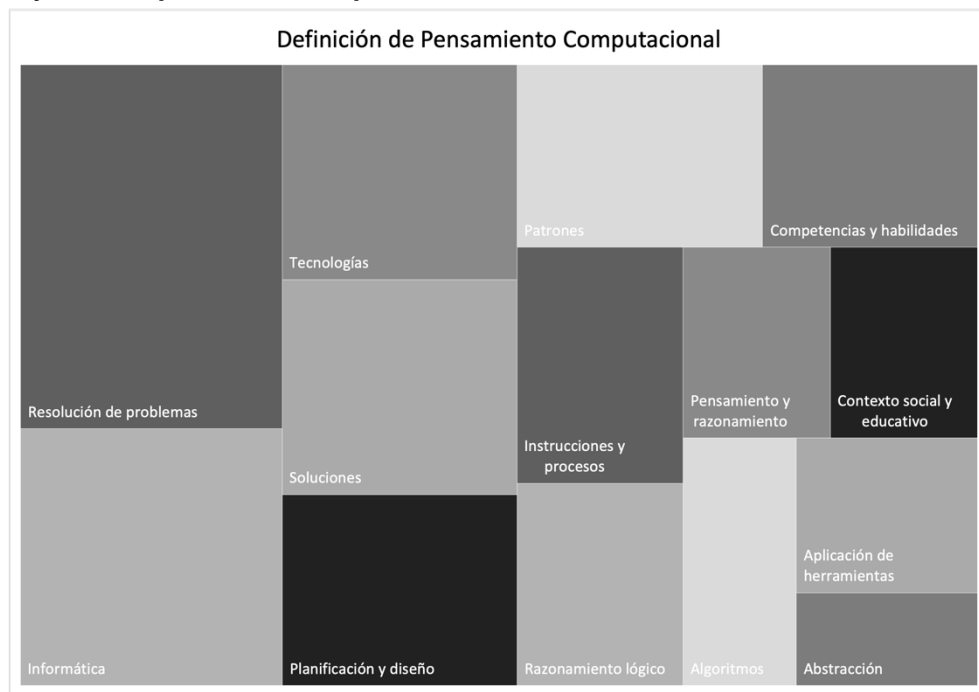
3. RESULTADOS

A continuación, se presentan las preguntas de corte cualitativo que nos van a permitir obtener una imagen clara sobre qué entiende el profesorado sobre pensamiento computacional y las competencias que se desarrollan al trabajar en los proyectos tecnológicos y/o de robótica.

Sobre el concepto del pensamiento computacional, los encuestados asocian el concepto a la capacidad de descomponer y formular problemas para resolverlos y encontrar soluciones. Aunque lo asocian a la informática, entienden el pensamiento computacional como una capacidad de abordar los problemas mediada por la tecnología, dado que el alumno/a es capaz de identificar patrones y seguir procesos e instrucciones precisas, a través del razonamiento, para la aplicación de herramientas específicas y tecnológicas en la solución del problema.

Figura 1

Definición de pensamiento computacional.



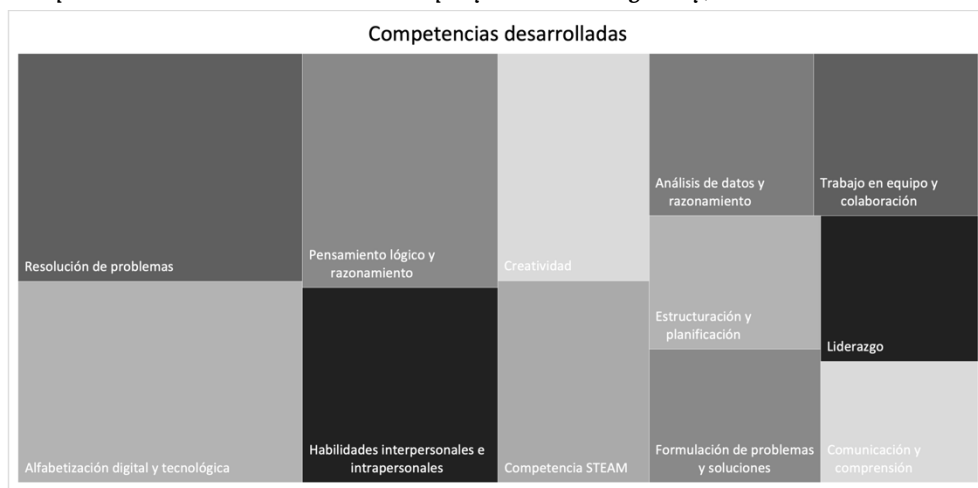
Fuente. Elaboración propia.

Si nos centramos en las competencias que se desarrollan al trabajar en los proyectos tecnológicos y/o de robótica, todos los encuestados coinciden en el desarrollo de todas las competencias clave establecidas en la normativa académica. Complementariamente, destacan la resolución de problemas, la alfabetización digital y tecnológica, el pensamiento lógico, las habilidades inter e intrapersonales, la creatividad, el desarrollo de la competencia STEAM, el análisis de datos y la

capacidad de razonamiento, el trabajo en equipo, la colaboración y cooperación, la estructuración y planificación del trabajo, la formulación de problemas y soluciones, la capacidad de liderazgo o las habilidades propias de la comunicación y comprensión mutua.

Figura 2

Competencias desarrolladas mediante proyectos tecnológicos y/o la robótica.

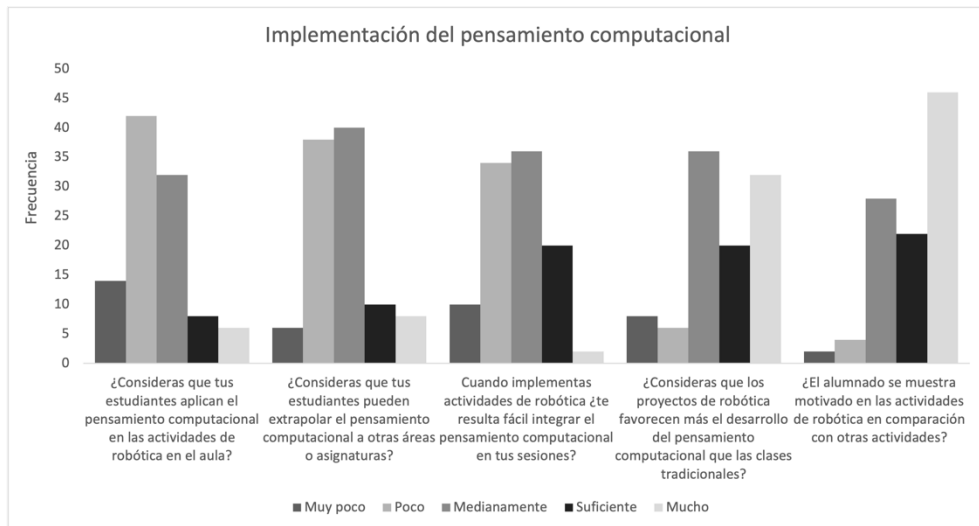


Fuente. Elaboración propia.

Profundizando en el pensamiento computacional, el 68% (n=70) considera que es una habilidad esencial para el desarrollo de competencias en los estudiantes de su centro, en contraste con el 19% y el 12% que presentan dudas (n=20) o no lo consideran (n=12). El 60,78% de los participantes se encuentran familiarizados medianamente, suficientemente o ampliamente con los aspectos esenciales del pensamiento computacional (n=62). La gran mayoría lo consideran importante en el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, la creatividad o el razonamiento lógico (94,12%). Sin embargo, el 56,86% (n=58) considera que no está integrado en el currículo educativo, en comparación con el 31,37% (n=32) que consideran que está ciertamente integrado.

Figura 3

Percepción sobre el pensamiento computacional.

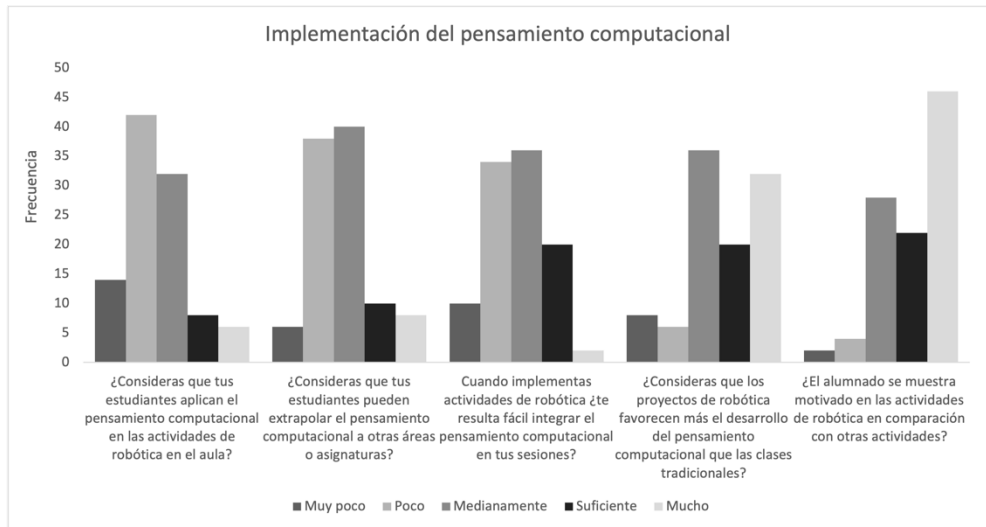


Fuente. Elaboración propia.

De manera global, el 45% de los docentes participantes en el estudio utilizan habitualmente ($n=46$), así como el 20% utilizan frecuentemente ($n=20$) proyectos de robótica en sus prácticas educativas. Por ello identifican la resolución de problemas, el razonamiento lógico, la creatividad, el trabajo en equipo o la autonomía como competencias desarrolladas mediante la aplicación de actividades de robótica. Respecto a la práctica educativa, el 54,91% considera que sus estudiantes aplican poco o muy poco el pensamiento computacional en las actividades de robótica, incrementándose hasta el 76,47% los que consideran que el alumnado extrapola este conocimiento a otras actividades o asignaturas.

El 68,62% del profesorado participante considera relativamente fácil la integración del pensamiento computacional en sus sesiones, incrementándose hasta el 86,27% los que consideran que los proyectos de robótica contribuyen positivamente al desarrollo del pensamiento computacional, así como el 94,11% estima que las actividades de robótica suponen un elemento motivador para el alumnado.

A pesar de estos resultados, entre las principales barreras que identifica el profesorado en la implementación de actividades de robótica o relativas al desarrollo del pensamiento computacional en el aula, la totalidad del profesorado coincide en la falta de recursos, de tiempo y de capacitación y/o formación por parte del profesorado. Complementariamente, indican la complejidad propia del tema (45,1%), la falta de autoconfianza docente (39,21%), la falta de apoyo por parte del resto de profesorado (29,41%) o cierta falta de interés del alumnado (23,53%) y por las familias (19,61%).

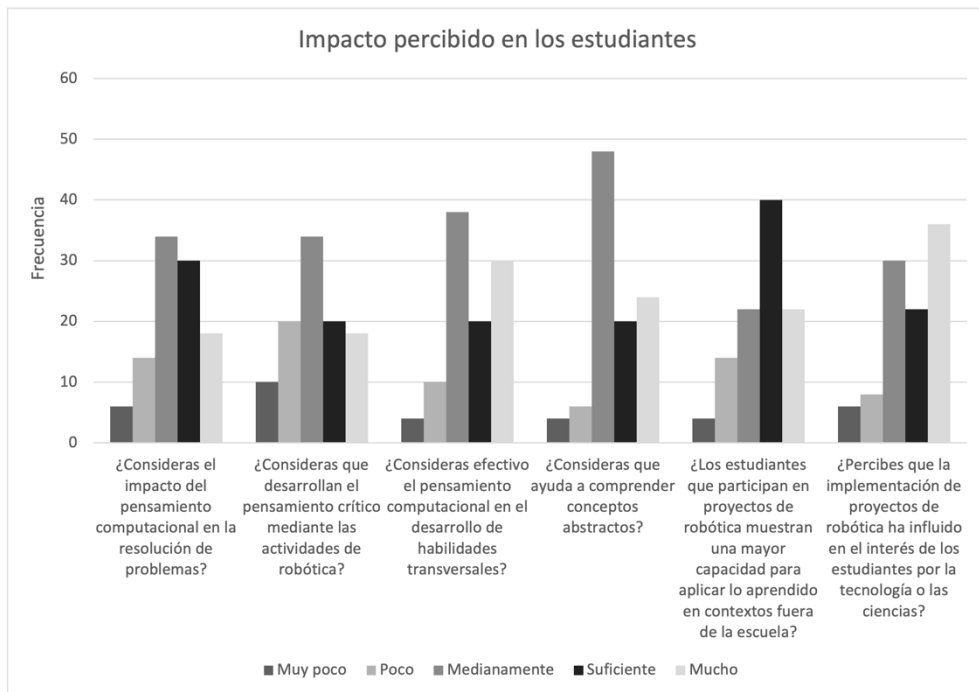
Figura 4*Implementación del pensamiento computacional.*

Fuente. Elaboración propia.

Si nos movemos en el impacto sobre los estudiantes, el profesorado transmite un cambio positivo (53% del total de los encuestados) en la capacidad de los estudiantes para analizar y dividir problemas al llevar a cabo proyectos de robótica. Esto se refleja en opiniones positivas sobre el impacto del pensamiento computacional en el desarrollo de la capacidad y/o habilidad para la resolución de problemas (un 80,39% de la muestra); las habilidades transversales (un 86,27% de los encuestados) tales como el trabajo en equipo o la toma de decisiones; así como para la comprensión de conceptos abstractos (un 90,19%). Las valoraciones siguen siendo positivas respecto al papel preponderante de la robótica en el desarrollo del pensamiento crítico (70,58%), el desarrollo de la capacidad para aprender lo aprendido en contextos fuera de la escuela (82,35%) o el desarrollo del interés de los estudiantes por la tecnología y/o la ciencia (86,27%).

Figura 5

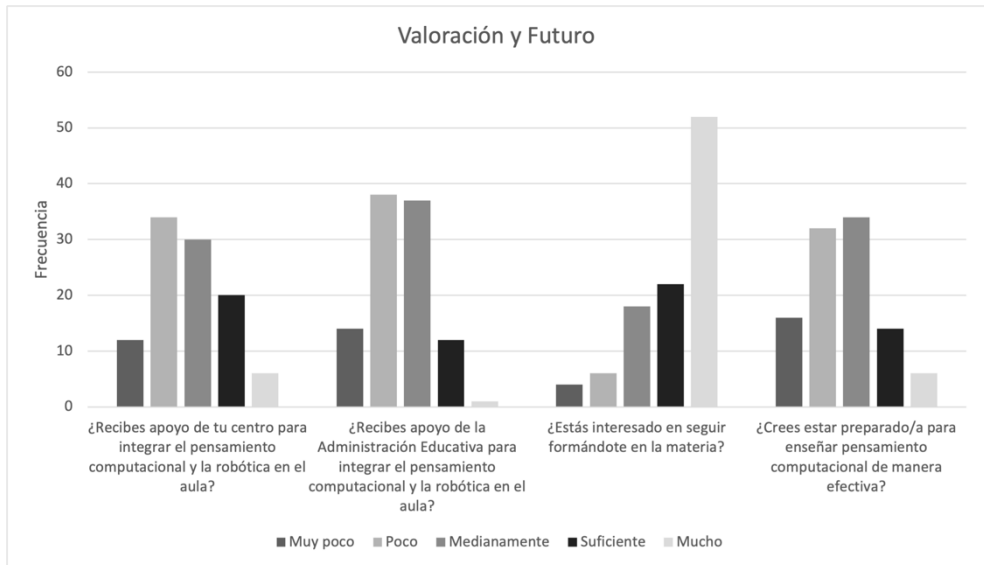
Impacto percibido en los estudiantes.



Fuente. Elaboración propia.

Respecto al lugar del pensamiento computacional en el currículo, el 58,82% de los docentes consideran que debe tener un mayor peso en el currículo educativo. El 54,90% de los participantes consideran que reciben apoyo de sus centros para la implementación de proyectos de robótica y el desarrollo del pensamiento computacional, en contraste con el 87,25% de docentes que tienen una valoración negativa o insuficiente respecto al mismo apoyo recibido por parte de la Administración Educativa. De manera general, el 90,19% muestra interés por seguir recibiendo formación en la materia, dado que el 80,39% se siente insuficientemente preparado para enseñar el pensamiento computacional de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

Figura 6
Valoración y futuro.



Fuente. Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que el profesorado reconoce el pensamiento computacional como una competencia esencial para el desarrollo de habilidades clave en los estudiantes, especialmente en aspectos relacionados con la resolución de problemas, la creatividad, el razonamiento lógico y la capacidad de aplicar procesos estructurados para encontrar soluciones, siguiendo la línea de lo expuesto por Flórez et al., (2017). Aunque muchos docentes realizan la asociación con la informática y el uso de dispositivos tecnológicos, se destaca que va más allá del dominio técnico, dado que implica una forma de abordar los problemas a través de la identificación de patrones, el seguimiento de instrucciones precisas y la aplicación de herramientas específicas. En este sentido, y en consonancia con lo expuesto por Martín et al., (2024) y Valls-Pou et al., (2022) la robótica educativa se erige como un recurso idóneo para facilitar el desarrollo del pensamiento computacional el aula, ofreciendo experiencias prácticas y tangibles que permite al alumnado experimentar con estos procesos de forma activa y significativa.

En términos competenciales, los participantes del estudio coinciden en que los proyectos y actividades de robótica contribuyen al desarrollo de competencias clave establecidas en la normativa educativa. Igualmente, las respuestas dadas están en consonancia con los postulados de Zamora-Hernández et al., (2020) los cuales indican que la robótica contribuye al desarrollo de competencias disciplinarias de programación básica y pensamiento lógico, además de otras competencias de tipo blando como las habilidades de negociación, la gestión del

tiempo y el trabajo multidisciplinar y multicultural en equipo. Asimismo, la robótica ayuda a potenciar competencias transversales relacionadas con la planificación, la formulación de problemas y soluciones, la capacidad de liderazgo y la comunicación efectiva. Esta percepción refuerza la importancia de utilizar la robótica como una herramienta pedagógica que permite desarrollar y fortalecer competencias interpersonales y sociales esenciales para el aprendizaje integral (Llanos-Ruiz et al., 2024). Sin embargo, a pesar del reconocimiento general sobre su relevancia, más del 50% del profesorado considera que el pensamiento computacional no está suficientemente integrado en el currículo educativo (Marañón-Marañón y González-García, 2021; Buitrago-Flórez et al., 2017), reflejando la necesidad de una mayor presencia, no solo en las programaciones y experiencias didácticas, sino en la configuración de la organización curricular (Khanlari, 2016), poniendo el énfasis en aquellos niveles donde su implementación es aún escasa.

Como expone Bento-Miguens et al., (2024), la robótica también es un recurso motivador para el alumnado. Se destaca que estas actividades incrementan la capacidad de los estudiantes para analizar y descomponer problemas y fomentan habilidades transversales como la toma de decisiones y el trabajo en equipo. Además, contribuyen significativamente a la comprensión de conceptos abstractos y al desarrollo del pensamiento crítico, fortaleciendo la capacidad de extrapolar los aprendizajes a contextos vivenciales y situados en su realidad inmediata y generando un mayor interés por las disciplinas y conocimientos relativos al área STEAM (González-Fernández et al., 2021). No obstante, su implementación enfrenta retos importantes, como la falta de recursos, tiempo y formación específica, aspectos más señalados por los docentes como barreras, junto a la complejidad inherente del tema, la falta de autoconfianza docente y la escasez de apoyo por parte del profesorado y las familias. Esto evidencia, tal y como exponen Ntemngwa y Oliver (2018) la necesidad urgente de garantizar recursos adecuados, mejorar la formación pedagógica y fomentar estrategias colaborativas que faciliten la integración efectiva de la robótica en el aula.

El apoyo institucional también se percibe como desigual. Mientras que gran parte del profesorado considera que recibe cierto respaldo de sus centros, una amplia mayoría señala carencias en el apoyo proporcionado por la Administración Educativa. Este contraste remarca y acentúa la necesidad de políticas más sólidas y accesibles para facilitar la integración de estas metodologías. Además, investigaciones como la liderada por Mury et al., (2022) ayuda a reforzar la visión de los beneficios colaborativos de implementar políticas e iniciativas de apoyo a la implementación de la robótica en el aula, no solo para dar respuesta a la demanda formativa sino como soporte efectivo en la implementación de sus prácticas pedagógicas.

Además de los desafíos anteriormente identificados, y como indica Zorilla-Puerto et al., (2023), es fundamental considerar la percepción del profesorado sobre la capacidad de los estudiantes para extrapolar los conocimientos adquiridos en robótica a otras áreas del currículo. Pese a que una parte significativa del profesorado considera que los alumnos logran transferir lo aprendido en actividades de robótica a otros contextos de aprendizaje, se percibe que la

aplicación efectiva del pensamiento computacional en dichas situaciones es limitada. Esto sugiere que, si bien la robótica tiene un gran potencial para fortalecer el pensamiento computacional, su impacto puede estar condicionado por factores como la planificación pedagógica, la profundidad de las actividades propuestas y la capacidad del docente para guiar el aprendizaje. Por ello, siguiendo a Basogain-Olabe y Olmedo-Parco (2020) las experiencias didácticas de robótica se han de diseñar con intencionalidad pedagógica clara, garantizando que los estudiantes no solo adquieran habilidades técnicas, sino también estrategias cognitivas transferibles a otros ámbitos de su formación.

Por otro lado, los resultados destacan que el profesorado reconoce la importancia de la robótica como herramienta motivadora en el proceso de aprendizaje, pero también evidencia la necesidad de que las condiciones sean adecuadas para su implementación. La falta de recursos, de tiempo o la percepción de una formación insuficiente, suponen obstáculos significativos. Autores como González-González (2019), Caballero-González y García-Valcárcel (2020) o Zorrilla-Puerto et al., (2023), coinciden en la importancia de diseñar políticas educativas que aseguren la dotación de materiales, la flexibilización de horarios y la planificación de actividades de robótica que permitan la adaptación de las intenciones pedagógicas a la realidad de cada centro. Asimismo, la formación docente debe abarcar no solo habilidades técnicas relacionadas con la programación y la robótica, sino también competencias didácticas que permitan a los docentes integrar de forma efectiva el pensamiento computacional en sus prácticas educativas, asegurando así una enseñanza significativa y coherente con los objetivos curriculares.

Los resultados obtenidos en este estudio han permitido alcanzar el objetivo propuesto, consistente en analizar la percepción del profesorado sobre el pensamiento computacional en el desarrollo de actividades de robótica y prácticas innovadoras en los centros educativos. La investigación ha evidenciado que el profesorado reconoce el valor del pensamiento computacional como una competencia esencial para el desarrollo de habilidades clave en los estudiantes. Asimismo, se ha destacado la relevancia de la robótica como una herramienta práctica y motivadora que favorece la implementación del pensamiento computacional en el aula, contribuyendo a la adquisición de competencias técnicas y transversales. No obstante, también se han identificado las barreras que evidencian la necesidad de fortalecer las políticas de apoyo y los programas formativos dirigidos al profesorado para garantizar una integración efectiva.

En este sentido, es importante reivindicar e impulsar la implementación de la robótica en el ámbito educativo como un recurso esencial para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional, especialmente en un contexto social y tecnológico que demanda cada vez más estas competencias para afrontar los retos del siglo XXI. La robótica no solo facilita el aprendizaje activo y significativo, sino que también estimula habilidades transversales fundamentales para la formación integral del alumnado. Para garantizar su incorporación efectiva en las prácticas pedagógicas, resulta fundamental que las administraciones educativas y los centros

escolares refuercen su compromiso mediante políticas que aseguren la dotación de recursos adecuados y de programas de formación continua dirigidos al profesorado. Además, es necesario promover estrategias pedagógicas innovadoras y colaborativas que faciliten la integración del pensamiento computacional y la robótica en el currículo, asegurando una enseñanza intencionada, significativa y alineada con las necesidades actuales del sistema educativo. Solo a través de este compromiso institucional se podrá garantizar una educación de calidad que prepare al alumnado para afrontar los desafíos de la sociedad digital actual y futura.

REFERENCIAS

- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M., y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Álvarez-Herrero, J. F. (2020). Pensamiento computacional en Educación Infantil, más allá de los robots de suelo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 11. <https://doi.org/10.14201/eks.22366>
- Basogain-Olabé, X., y Olmedo-Parco, M. E. (2020). Integración de Pensamiento Computacional en Educación Básica. Dos Experiencias Pedagógicas de Aprendizaje Colaborativo online. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.409481>
- Benavides-Escola, C.A., Martín-Barroso, E. y Zapata-Cáceres, M. (2024). Pensamiento computacional con actividades desenchufadas en Bachillerato, en J.E. Anguita Osuna, E. Ruiz Simón y A. Sotto Díaz (coord.), *Propuestas de investigación educativa* (pp. 26-48). Dykinson.
- Bento-Miguens, A. L., Nunes-Piedade, J. M., dos Santos, R. J. B., y Oliva, T. L. (2024). Meaningful learning in mathematics: a study on motivation for learning and development of computational thinking using educational robotics. *Educational Media International*, 61(1-2), 4-15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2024.2357472>
- Buitrago-Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., y Danies, G. (2017). Changing a Generation's Way of Thinking: Teaching Computational Thinking Through Programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860. <https://doi.org/10.3102/0034654317710096>
- Caballero-González, Y.A. y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 1-15, <https://doi.org/10.14201/eks.21443>
- Collado-Sánchez, M., Pinto-Llorente, A.M. y García-Peñalvo, F.J. (2023). Pensamiento computacional en el proceso de primaria: una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 12(2), 147-162. <https://doi.org/10.54988/cv.2023.2.1418>

- Cruz-Rincón, B. K., García-Holgado, A. y García-Peñalvo, F. J. (2025). Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional. *Campus Virtuales*, 14(1), 215-241. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1599>
- de la Fuente, H.A. y Pérez-García, A. (2017). Evaluación del pensamiento computacional en Educación Primaria. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (3). <https://doi.org/10.6018/riite/2017/267411>
- del Álamo-Venegas, J.J., Alonso-Díaz, L., Yuste-Tosina, R. y López-Ramos, V. (2021). La dimensión educativa de la robótica: del desarrollo del pensamiento al pensamiento computacional en el aula. *Campo Abierto*, 40(2), 221-233. <https://doi.org/10.17398/0213-9529.40.2.221>
- Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., y Danies, G. (2017). Changing a Generation's Way of Thinking: Teaching Computational Thinking Through Programming. *Review of Educational Research*, 87, 834-860. <https://doi.org/10.3102/0034654317710096>.
- García-Romero, N. (2020). La robótica como recurso tecnológico para desarrollar habilidades blandas en los estudiantes de educación básica: Revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 32, 46-57.
- González-Cervera, A., Martín-Carrasquilla, O., y González-Arechavala, Y. (2024). Validación de contenido de una escala sobre actitudes hacia la programación y el pensamiento computacional en docentes de Primaria a partir del método Delphi. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 70, 61-76. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.103692>
- González-Fernández, M., González-Flores, Y., y Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301 https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I2.2301.
- González-González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 85-97. <http://dx.doi.org/10.6018/riite.405171>
- González-Martínez, J., Estebanell-Minguell, M., y Peracaula-Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41, 320-330. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106>.

- Kong, S.C., Lai, M., Li, Y., Chan, T.Y.D., y Zhang, Y.T. (2025). A latent profile analysis of teacher's knowledge about and perceived usefulness of computational thinking and how teacher profiles relate to student achievement. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105281>
- Llanos-Ruiz, D., Ausin-Villaverde, V., y Abella-García, V. (2024). Interpersonal and Intrapersonal Skills for Sustainability in the Educational Robotics Classroom. *Sustainability*, 16(11), 4503. <https://doi.org/10.3390/su16114503>
- Marañón-Marañón, Ó., y González-García, H. (2021). Una revisión narrativa sobre el pensamiento computacional en Educación Secundaria Obligatoria. *Contextos Educativos. Revista De Educación*, (27), 169–182. <https://doi.org/10.18172/con.4644>
- Martín, L., Hijón-Neira, R., Pizarro, C., y Cañas, J. (2024). Fostering computational thinking with simulated 3D robots in secondary education. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 32. <https://doi.org/10.1002/cae.22740>.
- 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, 01-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1099>
- Mury, S.R., Negrini, L., Assaf, D. y Skweres, M. (2022) How to support teachers to carry out educational robotics activities in school? The case of Roteco, the Swiss robotic teacher community. *Front. Educ.* 7, 968675. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.968675>
- Navarro, D.J. y Foxcroft, D.R. (2025). Learning statistics with jamovi: a tutorial for beginners in statistical analysis. Open Book Publishers. <https://doi.org/10.11647/OBP.0333>
- Ntemngwa, C., y Oliver, J. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom.. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6, 12-40. <https://doi.org/10.18404/IJEMST.380617>.
- Polanco-Padrón, N., Ferrer-Planchart, S., y Fernández-Reina, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55–76. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>
- Raposo-Rivas, M., García-Fuentes, O., y Martínez-Figueira, M.-E. . (2022). La robótica educativa desde las áreas STEAM en educación infantil: Una revisión sistemática de la literatura (2005-2021). *Revista Prisma Social*, (38), 94–113.
- Redondo-Polo, J. A. (2024). Robótica Educativa en Colombia: Percepciones y Desafíos en los Niveles de Educación Básica y Media. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6775-6788. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14096

- Roig-Vila, R., y Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.402621>
- Schröer, F., Tenberge, C., Schemel, N., Osnabrügge, M. y Schneider, L. (2024). Learning to teach and teaching to learn about robotics at primary level: professionalization for inclusive technology education integrating theory and practice. *Design and Technology Education*, 29(2), 295-318.
- Téllez, M. (2019). Pensamiento computacional: una competencia del siglo XXI. *Edu. Sup. Rev. Cient. Cepies*, 6(1), 23-32.
- Terroba-Acha, M., Ribera-Puchades, J. M., y Lapresa-Ajamil, D. (2021). Pensamiento computacional en la resolución de problemas contextualizados en un cuento en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática En La Infancia*, 9(2), 73-92. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2020.73-92>
- Terroba, M., Ribera, J.M., Lapresa, D., y Anguera, M.T. (2021). Propuesta de intervención mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada: análisis observacional del desarrollo del pensamiento computacional en educación infantil. *Revista de Psicodidáctica*, 26(2), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2021.03.001>
- Valls-Pou, A., Canaleta, X., y Fonseca, D. (2022). Computational Thinking and Educational Robotics Integrated into Project-Based Learning. *Sensors*, 22(10), 3746. <https://doi.org/10.3390/s22103746>
- Vásquez-Acevedo, H. M. ., Licona-Suarez, L. J. ., y Felizzola-Medina, L. D. (2023). Pensamiento Computacional: una competencia del siglo XXI: Revisión sistemática en Scopus. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(9), 1-16. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i9.090>
- Velázquez-Iturbide, J. Á. y Martín-Lope, M. (2021). Análisis del “pensamiento computacional”: una perspectiva educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68). <http://dx.doi.org/10.6018/red.485321>
- Zamora-Hernandez, I., Rodriguez-Paz, M. X y Gonzalez-Mendivil, J. A. (2020). Robot based Challenges to Develop Disciplinary and Soft Competencies in Engineering Students. *Proceedings of the 2020 12th International Conference on Education Technology and Computers*. Londres, Reino Unido, 188-192. <https://doi.org/10.1145/3436756.3437044>
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 29. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18
- Zorrilla-Puerto, J., Lores-Gómez, B., Martínez-Requejo, S. y Ruiz-Lázaro, J. (2023). El papel de la robótica en Educación Infantil: revisión sistemática para el desarrollo de habilidades. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*, 15, 188-194. <https://doi.org/10.6018/riite.586601>

EXPLORANDO EL MUNDO DIGITAL: LA PROGRAMACIÓN Y LA ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN ELEMENTAL

Elio San Cristóbal Ruiz, UNED

Clara María Pérez Molina, UNED

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, vivimos en la era digital, donde las tecnologías digitales se han convertido en un factor fundamental de nuestras vidas. La adquisición temprana de competencias digitales es esencial para que los niños/as puedan desenvolverse con éxito en un mundo cada vez más interconectado, asegurando su inclusión en la sociedad del conocimiento y fomentando su desarrollo personal y profesional.

Dentro del ámbito de las competencias digitales, es posible definir dos tipos de competencias:

- Competencias digitales básicas que incluyen habilidades para el uso seguro de herramientas digitales, la comunicación en línea, la gestión de la información y la resolución de problemas simples.
- Competencias digitales avanzadas que incluyen el desarrollo de capacidades más técnicas, como la programación y la robótica.

Aunque la programación y la robótica son competencias avanzadas es interesante incluirlas en la educación elemental. Esto permitirá a los niños/as aproximarse y comprender la lógica interna del funcionamiento del medio digital (España Digital, 2025).

En este tema se presentan tres conceptos fundamentales en la educación elemental como son el pensamiento computacional, la programación y la robótica. Se describirá cada uno de ellos y se darán ejemplos de aplicación en el aula. Es importante recordar que estos tres conceptos están muy relacionados y permiten dar al alumno una visión de cómo funciona el mundo digital.

2. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Una de las definiciones más utilizadas para definir el concepto de pensamiento computacional fue presentada en el año 2010 por Jan Cuny, Larry Snyder and Jeannette M. Wing (Cuny et al., 2010). En ella se dice que el pensamiento computacional es un:

Proceso mental utilizado para formular problemas y sus soluciones de forma que las soluciones se representan en una forma que puede ser llevada a cabo por un agente de proceso de información.

Dicho con otras palabras, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF, 2025) define el pensamiento computacional como:

Pensar con ideas y datos, combinarlos con la ayuda de las TIC y de esta forma resolver problemas.

El pensamiento computacional se basa en 4 pilares fundamentales

- 1) Descomposición. Consiste en descomponer un problema o sistema complejo en partes más pequeñas y manejables.
- 2) Reconocimiento de patrones. Consiste en buscar similitudes permite reconocer estructuras comunes y aplicar soluciones previamente exitosas a nuevos desafíos.
- 3) Abstracción. Consiste en centrarse solo en la información importante, ignorando detalles irrelevantes.
- 4) Algoritmos. Consiste en desarrollar una solución paso a paso para el problema, o las reglas a seguir para resolverlo.

Es importante indicar que este tipo de pensamiento es básico para llevar a cabo un programa informático y generalizable a otro tipo de situaciones.

2.1. Actividades para practicar el pensamiento computacional

Dependiendo de la edad de los estudiantes los ejercicios que se pueden plantear, pueden ir aumentando su complejidad. Lo importante de estos ejercicios es que los alumnos puedan ir practicando y entendiendo cómo funciona el pensamiento computacional.

- Actividad 1 - “Chef robótico 1”. El estudiante debe explicar a un robot humanoide cocinero como preparar un sandwich de jamón y queso. Se explica que los sandwiches están formado por dos rebanadas de pan, dos lonchas de jamón y una loncha de queso que debe ir en medio de las lonchas de jamón.

Los objetivos de esta actividad son:

- Introducir a los estudiantes en el concepto de secuencias de instrucciones.
- Fomentar la habilidad de descomponer tareas en pasos lógicos y secuenciales.
- Desarrollar la capacidad de pensar de forma ordenada y metódica.

El desarrollo de esta actividad consiste en:

- Cada estudiante debe escribir un conjunto de instrucciones detalladas sobre cómo hacer un sándwich de jamón y queso.
- Posteriormente, las instrucciones creadas son dadas a otro estudiante. El cuál deberá seguirlas, y comprobar si el resultado es un sandwich de jamón y queso.

Como resultado de este ejercicio, los estudiantes comprenderán la importancia de dar instrucciones claras y en el orden correcto, lo cual es una habilidad esencial en programación y resolución de problemas.

- Actividad 2 “Chef robótico 2”. . Los objetivos de este ejercicio son que el robot humanoide cocinero prepare sandwiches hasta que no queden lonchas de queso. Se indica que en la cocina hay disponible 10 rebanadas de pan, 10 lonchas de jamón y 4 lonchas de queso.

Los objetivos de esta actividad son:

- Afianzar los conocimientos de la actividad 1. Relacionada con la secuenciación de instrucciones.
- Entender el concepto de bucle y su utilidad a la hora de realizar tareas repetitivas de manera eficiente.
- Comprender cómo los bucles permiten realizar procesos repetitivos sin escribir las mismas instrucciones múltiples veces, los estudiantes mejorarán sus habilidades de resolución de problemas y programación.

El desarrollo de esta actividad consiste en:

- Introducir el concepto de bucle y conciciones.
- Cada estudiante debe:
 1. Identificar las acciones que el robot humanoide debe repetir.
 2. Debe buscar e incluir la condición de salida del bucle.
 3. Debe crear la secuencia de instrucciones a realizar
- Posteriormente, las instrucciones creadas son dadas a otro estudiante. El cuál deberá seguirlas, y comprobar si el resultado es un sandwich de jamón y queso.

Es importante indicar que hay muchas otras actividades que se pueden incluir entre medias de las indicadas, o después de las indicadas. Por ejemplo, antes de introducir los bucles, es importante explicar y entender las condiciones lógicas y sus operandos OR, AND y NOT.

3. PROGRAMACIÓN

La programación es la implementación del pensamiento computacional. Esta implementación se lleva a cabo a través de lenguajes de programación. Estos están formados por un conjunto de instrucciones que son interpretadas y ejecutadas por máquinas o dispositivos con el objetivo de llevar a cabo una o varias tareas.

Actualmente existe una amplia variedad de lenguajes de programación, los cuales se agrupan según diferentes criterios. Estas clasificaciones pueden variar dependiendo del enfoque y las necesidades específicas de los desarrolladores o investigadores. Así, es posible clasificar los lenguajes de programación según su

nivel de abstracción con el hardware, según el paradigma de programación, según su complicación, etc.

En el caso de la educación elemental, es importante que el lenguaje de programación seleccionado tenga un nivel alto de abstracción con el hardware, y se asemeje al lenguaje natural utilizado por el estudiante. Podríamos indicar que una de las opciones más interesantes es el uso de los lenguajes gráficos.

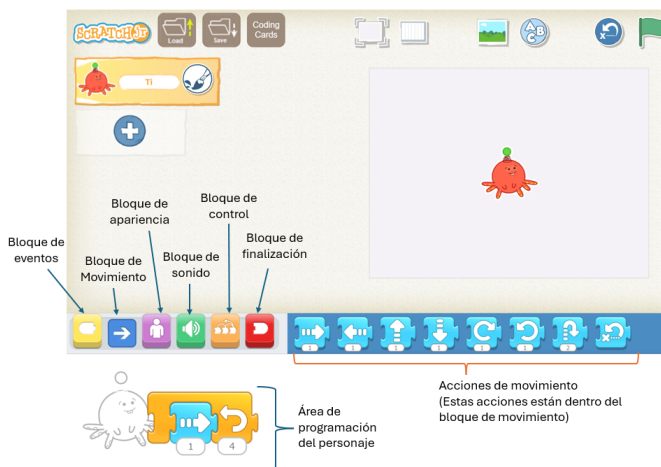
Los lenguajes gráficos permiten la creación de programas mediante una interfaz visual que representa las instrucciones como bloques. Cada uno de estos bloques corresponde con una acción o con una estructura de control.

Es importante indicar que dentro de estos lenguajes es posible encontrar distintos niveles de abstracción:

- Lenguajes donde las estructuras de programación son completamente gráficas. Normalmente, estos lenguajes son empleados para estudiantes de entre 5 y 7 años. Un ejemplo claro de este tipo de lenguajes es Scratch jr (Scratch jr,2025). En la figura 1 se muestran varios aspectos importantes de abstracción:
 - Existen pocos bloques de instrucciones.
 - Las instrucciones o acciones dentro de los bloques son sencillas e intuitivas.
 - Las instrucciones carecen de texto. Incluyen imágenes autodescriptivas de lo que hacen. Ver acciones de movimiento de la Figura 1.
 - Muchas acciones incluyen un número que indica el número de veces que se va a repetir esa acción.

Figura 1

Entorno de programación de Scratch jr.

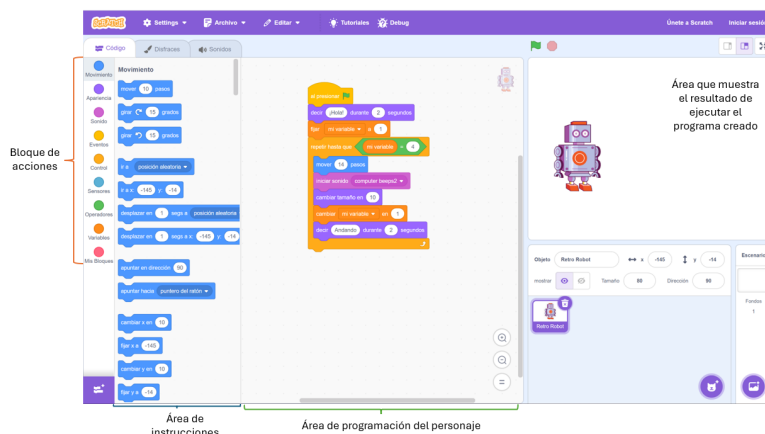


Fuente. Elaboración propia.

- Lenguajes gráficos que empiezan a incluir texto explicativo. Normalmente, estos lenguajes son utilizados para estudiantes mayores de 7 años. Incluyen más bloques e instrucciones que los lenguajes vistos anteriormente. La Figura 2 muestra el entorno de programación Scratch (Scratch, 2025). En dicha imagen podemos ver:
 - El entorno de trabajo es más completo y complejo.
 - El número de bloques de instrucciones aumenta. Así como el número de instrucciones y acciones.
 - Las acciones o instrucciones suelen tener asociado un texto descriptivo de la acción que realizan.

Figura 2

Entorno de programación de Scratch.



Fuente. Elaboración propia.

Además de Scratch jr y Scratch, existen otros lenguajes visuales que se pueden utilizar dentro del aula. Por ejemplo, (Tynker, 2025) y (VEXcodeVR, 2025)

3.1. Estructuras básicas de programación

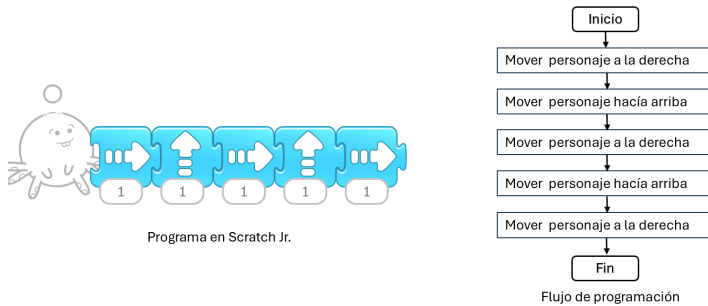
Un programa es un conjunto de instrucciones u ordenes que ejecuta una máquina para realizar una determinada tarea. El orden en que estas instrucciones son ejecutadas se establecen a través de estructuras de programación. Es importante que el alumno entienda las estructuras básicas de programación.

Las estructuras básicas de programación son:

- Las secuencias. Donde las instrucciones se ejecutan de manera lineal. Es decir, en el orden en que aparecen en el código. En la Figura 3 podemos ver el diagrama de flujo de un programa realizado en Scratch jr

Figura 3

Ejemplo de la estructura básica denominada secuencia.



Fuente. Elaboración propia.

- Selección. Estas estructuras permiten cambiar el flujo de un programa (la ejecución de un programa) en función de la condición o condiciones que se incluyan dentro de su estructura. Utilizando lenguaje natural:

- Una estructura de selección simple sería:

Si <Condición/condiciones> entonces
 Realizo acciones 1
 Sino
 Realizo acciones 2
 Fin-si

Hay casos, en que si la condición no se cumple, no es necesario hacer nada. En ese caso, la estructura sería:

Si <Condición/condiciones> entonces
 Realizo acciones 1
 Fin-si

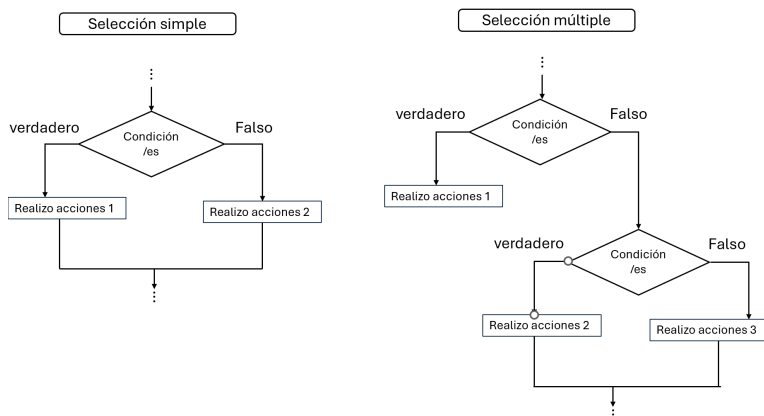
- Una estructura de selección múltiple sería:

Si <Condición/condiciones> entonces
 Realizo acciones 1
 Sino
 Si <Condición/condiciones> entonces
 Realizo acciones 2
 Sino
 Realizo otras acciones 3
 Fin-si

La Figura 4 muestra gráficamente el flujo del programa que se sigue dentro de este tipo de estructuras.

Figura 4

Diagramas de flujo de una selección sencilla y de una múltiple.



Fuente. Elaboración propia.

Uno de los elementos claves de las estructuras de selección son las condiciones. Éstas, están formadas por expresiones booleanas que devuelven verdadero o falso. Normalmente, el número uno representa que la condición es verdadera, y el número cero representa que la condición es falsa. En el caso de la educación elemental puede ser interesante sustituir este tipo de expresiones por eventos. Por ejemplo,

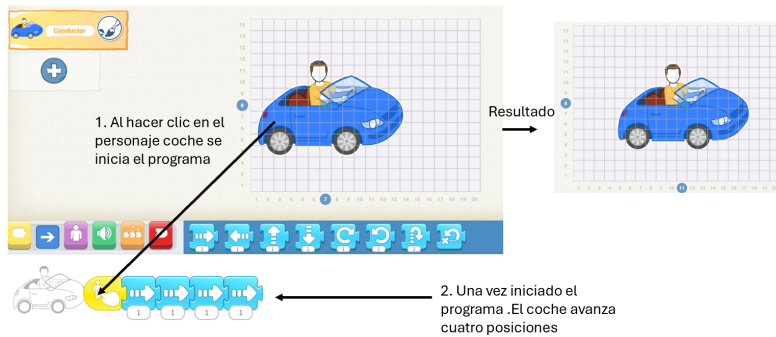
- Desarrollar un pequeño programa en Schartch Jr que al pulsar en el personaje "coche". Este se ponga en marcha y avance hacia delante 4 veces. En este caso se está utilizando una estructura de selección sencilla.

Si <hago click en coche> entonces
El coche avanza hasta salir de la pantalla
Sino
No hace nada
Fin si

Por supuesto, las sentencias de lenguaje natural "Sino" y "no hace nada" se podrían eliminar". El resultado de la programación sería:

Figura 5

Ejemplo de programa en Scrtach Jr donde se aplica una estructura de selección sencilla.



Fuente. Elaboración propia.

En el caso de niños/as un poco más mayores se puede utilizar, junto con el concepto de evento, el concepto de variable. Un ejemplo de estructura de selección múltiple en Scratch sería:

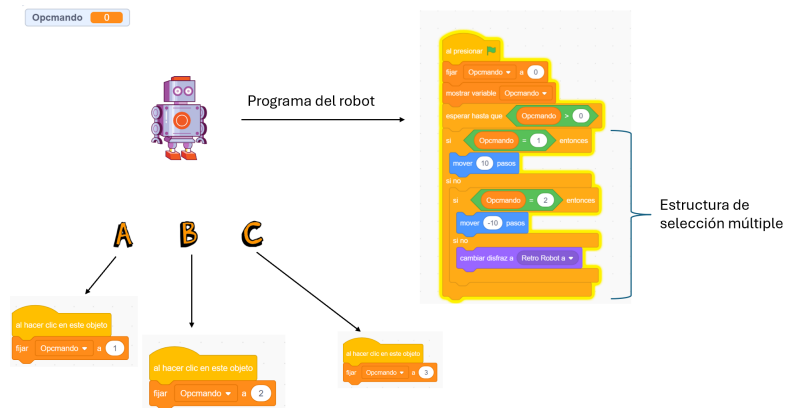
- Desarrollar un mando de un robot. Este mando está formado por las letras “A”, “B” y “C”. Donde:
 1. Si pulsamos la tecla “A” el robot avanzará
 2. Si pulsamos la tecla “B” el robot retrocederá
 3. Si pulsamos la tecla “C” el robot cambiará de forma.

En este caso, el alumno ya debería conocer las expresiones de comparación y el concepto de variable.

Una posible solución se muestra en la Figura 6. En ella, se puede observar que se ha creado una variable llamada “OpcMando”. Esta variable recibe: El valor 1 si se pulsa la letra “A”, el valor 2 “si se pulsa la letra “B” y el valor 3 si se pulsa la letra “C”

Figura 6

Ejemplo de programa en Scrtach donde se aplica una estructura de selección múltiple.



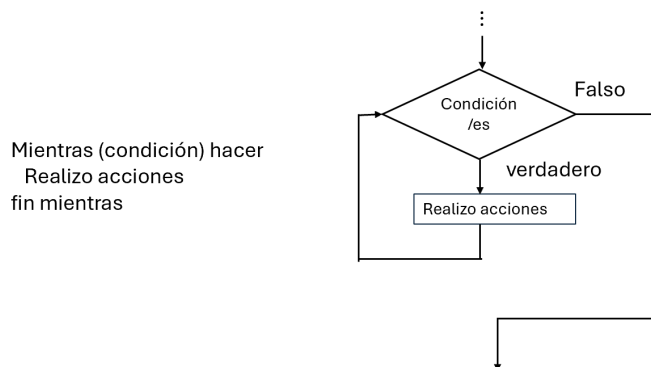
Fuente. Elaboración propia.

Estos, son sólo dos ejemplos donde se aplican estructuras de selección. Existen muchísimos otros escenarios y áreas donde las estructuras de selección podrían ser aplicadas.

- Iteración. Estas estructura facilitan la repetición de un bloque de código bajo ciertas condiciones. Dentro de las iteraciones podemos encontraros con:
 - Iteraciones de tipo “mientras”. Las acciones dentro del bucle se repiten mientras se cumpla una condición. La Figura 7 muestra el diagrama de flujo y el pseudocódigo asociado a este tipo de bucles.

Figura 7

Pseudocódigo y diagrama de flujo de un bucle mientras.

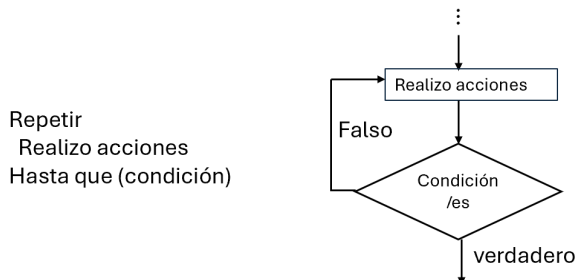


Fuente. Elaboración propia.

- Iteración de un bucle “repetir”. Las acciones dentro del bucle se repiten al menos una vez, y luego se siguen repitiendo mientras se cumpla una condición al final de cada iteración. La Figura 8 muestra el diagrama de flujo y el pseudocódigo asociado a este tipo de bucles.

Figura 8

Pseudocódigo y diagrama de flujo de un bucle repetir.

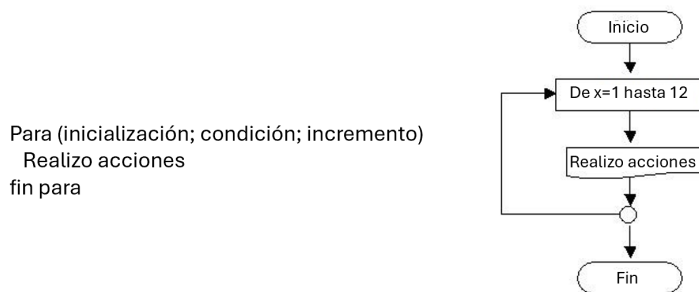


Fuente. Elaboración propia.

- Iteración de un bucle “para”. se utiliza cuando sabes cuántas veces necesitas repetir un bloque de código. Este bucle generalmente tiene una inicialización, una condición y un incremento o decremento.

Figura 9

Pseudocódigo y diagrama de flujo de un bucle para.



Fuente. Elaboración propia.

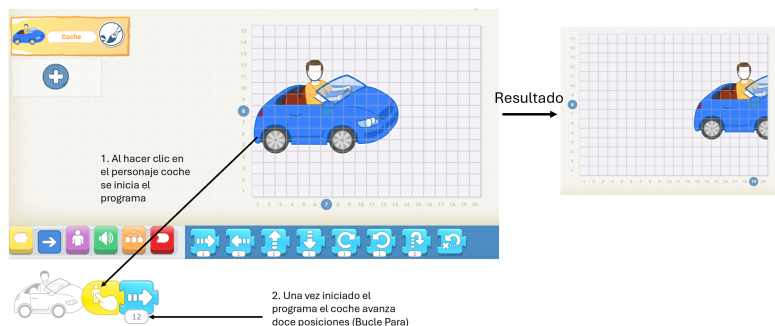
Un ejemplo sencillo de bucle para se puede ser una ampliación del ejercicio “coche”. En este caso se pide al estudiante que desarrolle un pequeño programa en Scharth Jr que al pulsar en el personaje “coche”. Éste se ponga en marcha y avance

12 veces. Para ello, se vuelve a utilizar o recordar la estructura de selección simple y la estructura de iteración para.

El estudiante no debe poner 12 instrucciones de avanzar, sino que modifica el número de veces que se ejecuta la acción de avanzar (vease Figura 10).

Figura 10

Ejemplo de programa en Scrtach Jr donde se aplica una estructura de selección sencilla y la estructura de iteración "Para".



Fuente. Elaboración propia.

4. ROBÓTICA EDUCATIVA

La robótica educativa se puede definir como la utilización de robots o sistemas de automatización dentro del aula. De tal forma que el alumno puede aprender y adquirir competencias en diferentes áreas de ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM) (Gobierno de Canarias, 2025).

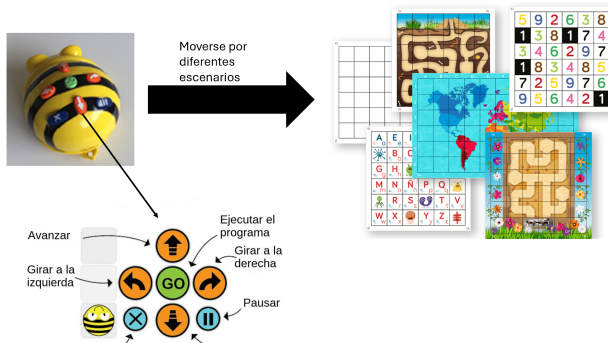
El uso de robots y sistemas de automatización está muy relacionado con el pensamiento computacional y la programación, permitiendo fomentar en los alumnos/as el aprendizaje basado en la experimentación, la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento lógico. Actualmente, existen un gran número de soluciones que se pueden aplicar dentro del aula y que se aplican junto con la enseñanza del pensamiento computacional y la programación:

- Soluciones robóticas donde se aplica el pensamiento computacional, y la programación se realiza con botones o bloques físicos que incluye dicha solución. Algunos ejemplos son:
 - Bee Bot (Tibot, 2025). Es un robot en forma de abeja que se programa mediante botones en su espalda (ver Figura 11). Esto permite a los niños/as desarrollar sus capacidades elementales de pensamiento computacional, concentración, ubicación espacial y programación.

Además, este robot da a los niños/as la oportunidad de trabajar en equipo, reflexionar, anticipar, ensayar y comprobar, mediante un aprendizaje basado en experimentar.

Figura 11

Funcionamiento y elementos de Bee Bot.



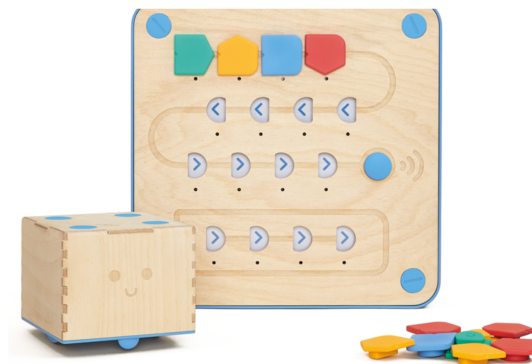
Fuente. Elaboración propia.

- Cubetto. Es un robot que se programa utilizando un tablero con fichas físicas de comandos (ver Figura 12).

Esta solución permite a los niños/as crear secuencias de programación de forma intuitiva, sin necesidad de pantallas o dispositivos electrónicos (Cubetto, 2025).

Figura 12

Elementos de Cubetto (Cubetto, 2025).



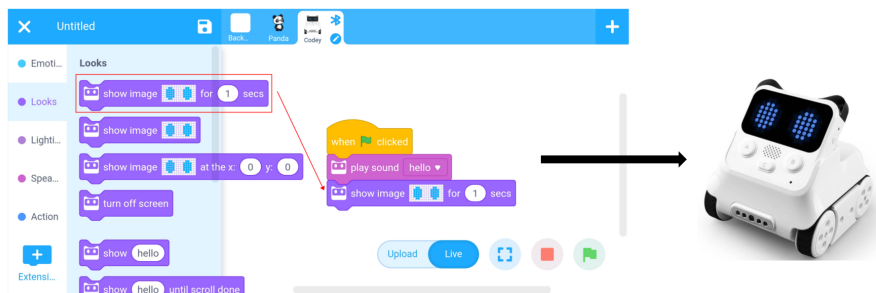
Fuente. Elaboración propia.

Existen otras muchas soluciones que pueden ser utilizadas sin la necesidad de programación software.

- Soluciones robóticas donde se aplica el pensamiento computacional y la programación visual por bloques. A continuación, se mostrarán algunas soluciones:
 - Codey Rocky. Es un robot educativo de la empresa Makeblock (Makeblock, 2025) que combina hardware y software para enseñar programación y conceptos de inteligencia artificial. El robot se programa con mBlock (mBlock, 2025) que es un lenguaje de programación en bloques basado en Scratch. Es adecuado para niños/as a partir de 6 años.

Figura 13

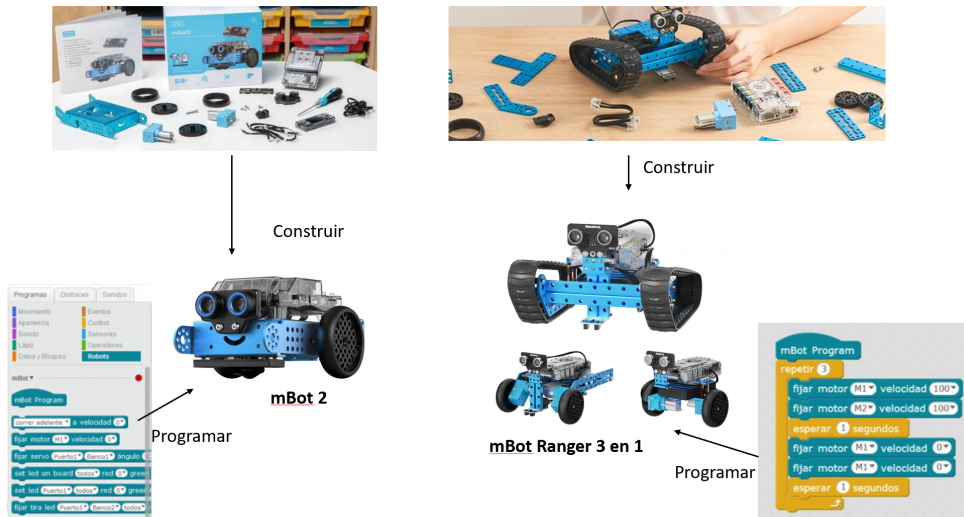
Programación en bloques del roboto Codey Rocky.



Fuente. Elaboración propia.

MakeBlock, además del robot Codey Rocky, ofrece una amplia gama de robots educativo que se pueden construir y programar en mBlock (ver figura 14). Por ejemplo:

1. Robot mBot2. Este robot educativo permite al estudiante iniciarse en la programación con bloques. Para después pasar progresivamente a la programación orientada a objetos con Python.
2. mBot Ranger. Es un kit de robótica para el aprendizaje de la robótica y de disciplinas STEAM. El estudiante, utilizando este kit, puede construir y programar tres tipos diferentes de robots.

Figura 14*Robot mBot2 y mBot Ranger 3 en 1.*

Fuente. Elaboración propia.

Estos son algunos ejemplos de soluciones robóticas que se pueden utilizar dentro de la enseñanza elemental. A medida que los estudiantes van adquiriendo más conocimientos, es posible ir utilizando soluciones más complejas. Con lenguajes de bloque o textuales más complejos, como: (Lego Mindstorms, 2025), (VEX Robotics, 2025), (Arduino, 2025).

Para finalizar, es importante señalar que la integración de la robótica educativa en edades tempranas favorece la comprensión de conceptos abstractos a través de la manipulación de dispositivos físicos y la programación de sistemas sencillos, al mismo tiempo que estimula otras competencias transversales como son la creatividad, la capacidad de resolver problemas de manera estructurada y las habilidades socioemocionales de los estudiantes (e-trinitycollege, 2025). Además, el aprendizaje de la robótica promueve el trabajo en equipo, la curiosidad de los estudiantes, la toma de decisiones y el pensamiento computacional, aspectos esenciales en un mundo cada vez más digitalizado y que permiten preparar mejor a los estudiantes para los desafíos del futuro.

5. RESUMEN

A lo largo de este tema se han introducido los conceptos de pensamiento computacional, programación y robótica. Además de algunas herramientas útiles para la enseñanza de competencias digitales dentro de la educación elemental.

Estos conceptos se entremezclan unos con otros permitiendo al docente poder plantear infinidad de soluciones. Desde enseñar el pensamiento computacional con ejercicios sencillos que no utilicen ningún medio digital hasta plataformas robóticas que permiten la construcción y programación de un robot. La educación elemental debe garantizar una formación integral en estos ámbitos, promoviendo un uso responsable, crítico y creativo de la tecnología, con el fin de preparar a las futuras generaciones para los retos y oportunidades del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Arduino. (n.d.). *Robótica con Arduino*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). <https://formacion.intef.es/aulaabierto/mod/book/view.php?id=5125&chapterid=6675> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Cubetto. (n.d.). *Sitio web de Cubetto*. <https://cubetto.vicensvives.com/?lang=es> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. M. (2010). *Demystifying computational thinking for non-computer scientists* [Manuscrito no publicado]. <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- España Digital. (n.d.). *Programa Código Escuela 4.0*. <https://espanadigital.gob.es/lineas-de-actuacion/programa-codigo-escuela-40> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- e-trinitycollege. (n.d.). *La importancia de la competencia digital en la educación infantil*. https://e-trinitycollege.es/competencia-digital-en-educacion-infantil/?expand_article=1 (Consultado el 27 de marzo de 2025)
- Gobierno de Canarias. (n.d.). *Objetivos y líneas de actuación del Programa STEAM*. <https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/programas-redes-educativas/programas-educativos/steam/objetivos-lineas-steam/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). (n.d.). *¿Qué es el pensamiento computacional?* <https://formacion.intef.es/aulaabierto/mod/book/view.php?id=4083&chapterid=5307> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Lego Mindstorms. (n.d.). *Sitio web de Lego Mindstorms*. <https://www.lego.com/es-es/themes/mindstorms/downloads> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Makeblock. (n.d.). *Sitio web de Makeblock*. <https://www.makeblock.com/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- mBlock. (n.d.). *Sitio web de mBlock*. <https://mblock.cc/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- ScratchJr. (n.d.). *Sitio web de ScratchJr*. <https://www.scratchjr.org/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)

- Scratch. (n.d.). *Sitio web de Scratch*. <https://scratch.mit.edu/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Tibot. (n.d.). *¿Qué es Bee Bot Robot?* <https://www.tibot.es/blog/actividades-bee-bot/que-es-bee-bot> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- Tynker. (n.d.). *Sitio web de Tynker*. <https://www.tynker.com/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- VEX Robotics. (n.d.). *Sitio web de VEX Robotics*. <https://www.vexrobotics.com/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)
- VEXcode VR. (n.d.). *Sitio web de VEXcode VR*. <https://vr.vex.com/> (Consultado el 7 de marzo de 2025)

CODIFICANDO PLACAS PROGRAMABLES (MICRO:BIT Y MAKEYMAKEY) DE MANERA TRANSVERSAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA.

Sebastián De Lara García-Cervigón, JCCM

1. PLACAS PROGRAMABLES

1.1. ¿Qué son?

Hoy en día existen una gran variedad de placas programables. Estas son dispositivos electrónicos que se pueden programar para realizar distintas tareas según las instrucciones que les proporcionemos. Es como una pequeña computadora, dependiendo de su programación, puede controlar luces, sensores, motores, pantallas, elementos interactivos y muchos otros componentes.

El funcionamiento de estas placas se podría resumir básicamente en tres procesos:

- 1.- Se escribe un programa (con bloques, código en Python, C++, etc.).
- 2.- Se carga ese programa en la placa desde un ordenador o tablet.
- 3.- La placa ejecuta las instrucciones y actúa según lo que le hemos dicho.

La diferencia entre el amplio abanico de placas existentes, radica en aspectos como los lenguajes de programación que soportan, la potencia de sus procesadores, la memoria interna, la posibilidad de expansión que ofrecen, para conectar sensores, actuadores y otros dispositivos como robots, la facilidad de cableado, los conocimientos de electrónica necesarios para su uso, etc...

Con estas placas podemos llevar a cabo diferentes proyectos, como por ejemplo:

Leer datos de sensores (temperatura, luz, movimiento, sonido...).

Encender o apagar LEDs, hacer sonar un zumbador, mostrar mensajes...

Controlar motores, servos o pantallas.

Comunicar información entre dispositivos por Bluetooth, Wi-Fi o radiofrecuencia.

Reaccionar a lo que pasa a su alrededor (por ejemplo, encender una luz si hay poca iluminación).

Se recomienda su uso educativo ya que, entre otros aspectos:

- Promueven el aprendizaje activo y por descubrimiento.
- Desarrollan el pensamiento lógico y creativo.
- Ayudan a entender cómo funciona la tecnología que usamos a diario.
- Fomentan el trabajo cooperativo y el diseño de soluciones reales.

En este caso nos vamos a decantar por dos placas cuyas características las hacen idóneas para trabajarlas en educación primaria. Estas son Makey Makey y micro:bit, cuyas características y funcionalidad veremos a continuación.

2. LA PLACA MAKEY MAKEY

2.1. ¿Qué es la placa MakeyMakey?

La Makey Makey es una placa electrónica similar a Arduino, diseñada para convertir objetos cotidianos en interfaces interactivas mediante materiales conductores. Se integra fácilmente con Scratch y otros lenguajes de programación por bloques, lo que permite su aplicación en diversas áreas educativas como matemáticas, arte, ciencias e idiomas.

Makey Makey actúa como un teclado o ratón externo al cerrar un circuito eléctrico. Para usarla, se conecta a un ordenador o dispositivo móvil mediante USB, sin necesidad de controladores adicionales. Se emplean cables cocodrilo y dupont para conectar objetos conductores, permitiendo interactuar con programas de Scratch u otras plataformas.

Con ella podemos crear: instrumentos musicales, paneles, murales y dioramas interactivos, realizar experimentos o crear juegos.

Es una placa electrónica sencilla de utilizar, barata, y con muchas aplicaciones didácticas, que se creó con el fin de combinar la robótica y la programación con el mundo físico, creando una solución muy atractiva tanto para docentes como para alumnos de cualquier nivel educativo que permite desarrollar el pensamiento computacional en alumnos de educación primaria, tal como establecen los objetivos de la actual ley educativa, LOMLOE.

Esta placa fue inventada por Jay Silver and Eric Rosenbaum en el MIT Media Lab, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, asesorados por el creador de Scratch, Mitchel Resnick.

2.2. ¿Cómo funciona la placa MakeyMakey?

Podríamos describir el funcionamiento de la placa como un circuito eléctrico ordinario, en el que tenemos una parte positiva y otra negativa y, cuando cerramos el circuito, os permite interactuar con objetos que estén conectados a la misma como si de un teclado convencional o un ratón se tratase. Esta placa resulta interesante cuando la conectamos al programa Scratch (<https://scratch.mit.edu>) o a la web de la propia MakeyMakey (<https://makeymakey.es>), donde existen programas ya creados listos para conectar la placa.

La placa siempre ha de estar conectada a un dispositivo, ya que no tiene memoria y necesita de programas externos para poder funcionar.

En el kit MakeyMakey encontramos la propia placa, un cable usb para conectarla a un equipo, cables cocodrilo, con pinzas en ambos extremos, y cables tipo dupont con conexiones macho en ambos lados.

Una debilidad de esta placa es que siempre debe estar conectada a un dispositivo, ya que no tiene memoria interna ni puede tener conectada una batería para su funcionamiento.

2.3. ¿Cómo conectamos la placa MakeyMakey?

Los pasos para conectar la placa MakeyMakey a un equipo son los siguientes:

1º- Conectamos la placa a un ordenador, Tablet o móvil utilizando el cable usb provisto. Para conectarlo a una Tablet o teléfono móvil, tendremos que adquirir un adaptador de usb a la conexión del equipo, que puede ser usb micro, usb mini, usb-c o lightning, en el caso de ciertos equipos de la marca Apple.

2.- Hay casos en los que el equipo al que conectamos solicita la instalación de controladores. Esta opción no es necesaria, por lo que la ignoraremos. Una vez conectada, veremos como en la placa aparece una luz encendida en el reverso de la misma.

3.- Se conecta un extremo de la pinza de conexión a la parte inferior de la placa, donde nos indica “tierra” o “GND”, que será parte negativa del circuito y que se encuentra en la parte frontal de la placa Makey Makey.

4.- Conectamos otro cable cocodrilo a una de las otras conexiones distinta a tierra (Espacio, flecha arriba, flecha abajo, flecha izquierda, flecha derecha, click). En el caso de utilizar las conexiones de la parte trasera (W, A, S, D, F, G) tendremos que utilizar un cable dupont e insertarlo en el orificio que se corresponde con la letra y, a continuación, conectar un cable cocodrilo al otro extremo del cable dupont.

5.- Si sujetamos el extremo no conectado del cable cocodrilo conectado a “tierra” y tocamos la parte de la placa donde figura la tecla “espacio”, una luz verde debería encenderse, ya que el circuito se ha cerrado, y el equipo pensará que hemos pulsado la barra espaciadora. Ocurre lo mismo si probamos a poner en contacto los extremos metálicos de los cables conectados a “tierra” y en la tecla “espacio”.

6.- Si conectamos cualquier objeto conductor (papel de aluminio, moneda, plastilina conductora, etc...) al cable conectado a la tecla espacio, si tocamos el objeto, la electricidad para a través del objeto, el circuito se cerrará y realizará la misma acción.

7.- Así, se puede crear interactividad utilizando diferentes objetos y materiales conductores. Utilizando Scratch, podemos modificar la función de las teclas con el fin de crear proyectos interactivos.

2.4. ¿Qué materiales puedo utilizar con la placa makeymakey?

Existe una gran diversidad de materiales que podemos utilizar con la placa MakeyMakey, todo va a depender de su conductividad. Así, entre estos materiales, los que podemos utilizar dentro de un contexto educativo, incluirían los siguientes:

-Plastilina tipo Play-Doh.

-El propio cuerpo, ya que conduce la electricidad y el voltaje de la palca no puede producir daños en el mismo.

-La mayoría de frutas y verduras, así como otros alimentos.

-Lápices de grafito y su trazado sobre otros materiales.

-Papel de aluminio, celo de cobre.

-Objetos metálicos: monedas, imanes, tornillos, encuadernadores, clips, etc...

En general, cualquier material conductor podría servirnos.

-Materiales reciclados.

2.5. Ejemplos de proyectos multidisciplinarios utilizando la placa MakeyMakey

La sencillez de uso de la placa MakeyMakey, unida a su versatilidad y a las posibilidades que ofrece a la hora de crear proyectos interactivos, permite su uso en cualquier área en la etapa de educación primaria. Es una placa cuyo uso es muy seguro e intuitivo. Además, su combinación con la plataforma Scratch (scratch.mit.edu) le da un potencial casi ilimitado cuyos límites los ponen la imaginación y la creatividad del alumno o del docente. Así, a continuación, se muestran ejemplos de proyectos que podemos llevar a cabo en las diferentes áreas que establece el currículo de educación primaria, también en las horas establecidas en la LOMLOE para proyectos multidisciplinarios, y para desarrollarse, si el centro educativo desarrolla el proyecto, en el Aula del Futuro (<https://auladelfuturo.intef.es/>).

2.5.1. Instrumentos musicales

Combinando la placa MakeyMakey junto con Scratch, ejecutándose en un teléfono móvil, tablet u ordenador, podemos crear una amplia variedad de instrumentos musicales. Por ejemplo, un piano utilizando papel y creando teclas con papel de aluminio (Figura 1); una guitarra hecha de cartón, con papel de aluminio o encuadernadores en los trastes, flautas peruanas con pajitas, pianos gigantes para tocar con los pies, baterías, bongos, xilófonos, etc...

y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así, algunos de los que podríamos llevar a cabo serían:

- Comprobar la conductividad de materiales.
- Explicar las fracciones con una jarra de agua.
- Calcular la velocidad de un coche de juguete.
- Crear diferentes tipos de circuitos.
- Crear un traductor de código Morse.
- Medir distancias.

2.5.5. *Proyectos artísticos*

Podemos crear diversos proyectos creativos utilizando la placa. Por ejemplo cuadros interactivos, en los que el alumno interactúe con las diferentes partes del cuadro, mostrando por pantalla información sobre el mismo, vídeos, etc...

Se puede, con la ayuda de un hulahop, crear dibujos en la pantalla controlando el lápiz o pincel con aquel.

2.5.6. *Educación física*

La placa Makey Makey puede involucrarse en la creación de actividades físicas. En este apartado entramos diversos ejemplos. Así, se pueden crear circuitos físicos en los que la placa detecte cuando el alumno pasa por una estación o la toca.

Se pueden crear raquetas conectadas a la placa que detecten cuándo toca la pelota, lo mismo puede ocurrir con un balón que detecte los toques que le damos o si contacta con otra superficie.

También implica actividad física el juego Let's dance, que es fácilmente programable con esta placa.

Observamos que la lista de proyectos que se pueden llevar a cabo son interminables. En cualquier buscador podremos encontrar todos estos proyectos que se nombran más previamente.

De todos estos proyectos que se han nombrado, podemos encontrar ejemplos en diferentes plataformas, siendo las principales Scratch (<https://scratch.mit.edu>), MakeyMakey (<https://makeymakey.com/>) o Instructables (<https://www.instructables.com/>).

2.6. **Ejemplo práctico placa MakeyMakey: creando un mural interactivo en el área de ciencias naturales.**

Vamos a crear un mural interactivo en una cartulina, es decir, un mural que interactúe con un programa realizado en Scratch cuando pulsemos algunos puntos de la cartulina preparados para esto.

En la cartulina se dibuja un modelo del sistema circulatorio, un cuerpo humano con las diferentes venas, arterias y el corazón. Podemos dibujar, además, aparte, los capilares sanguíneos y las cámaras del corazón. Se escribe el nombre de cada parte

en la cartulina y se indica cómo funciona el mural: ha que pulsar en un punto del mismo, que estará conectado a la toma de tierra de la placa, y, a la vez, se pulsarán las diferentes partes del sistema con la otra parte.

En cada parte que queramos que sea interactiva (venas, arterias, corazón, etc...) colocaremos un encuadernador de metal o haremos un pequeño agujero que cubriremos con papel de aluminio.

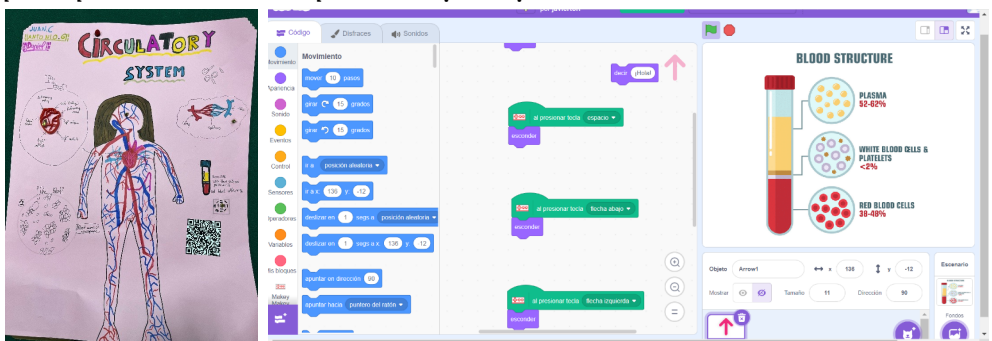
A continuación, conectaremos a cada encuadernador o trozo de papel de aluminio un cable cocodrilo. Seguidamente, conectaremos estos cables cocodrilo a diferentes conexiones de la placa MakeyMakey (espacio, flecha arriba, flecha abajo, etc...) y conectaremos el punto que hayamos acordado a la toma de tierra de la placa.

Finalmente, nos vamos a Scratch. Previamente se habrán descargado imágenes de las partes del sistema circulatorio que queremos que se muestren en pantalla.

En Scratch, utilizando la extensión MakeyMakey, programamos para para al pulsar las diferentes teclas se nos muestre información por pantalla. Por ejemplo, al pulsar la tecla espacio se mostrará por pantalla una imagen del corazón, aparecerá el nombre del mismo y una descripción de este órgano y su funcionamiento y, a la vez, se escuchará nuestra voz, previamente grabada, leyendo el texto que se escucha por pantalla (Figura 2). Dentro de la plataforma Scratch, podremos encontrar este proyecto buscando “sistema circulatorio utilizando Makey Makey”.

Figura 2

Ejemplo de piano combinando la placa MakeyMakey con Scratch.



Fuente. Elaboración propia.

3. LA PLACA MICRO:BIT

3.1. ¿Qué es la placa Micro:Bit?

Puede considerarse a placa micro:bit como una pequeña computadora programable diseñada para facilitar el aprendizaje de la programación, la robótica

y la electrónica en el aula, de una manera sencilla, divertida e interactiva. Fue desarrollada originalmente por la BBC en el Reino Unido para su uso en la educación, con la intención de que cada alumno tuviese acceso a una. Es por ello que es un dispositivo con una gran relación calidad precio.

Es una placa compacta, que cabe en la mano de cualquier alumno, y que posee un procesador y memoria interna.

Además, en un tamaño tan compacto, incorpora diversos sensores y actuadores:

Sensores integrados:

Acelerómetro (detecta movimiento o inclinación)

Magnetómetro (brújula digital)

Sensor de temperatura (ambiente)

Sensor de luz (en la versión v2)

Micrófono y altavoz (en la versión v2)

Sensor capacitivo.

Pantalla LED: 25 LEDs en una matriz 5x5.

Botones: Dos botones programables (A y B).

Emisor y receptor de radio para conectar dos o más placas.

Cuenta también con pines de entrada y salida para conectar sensores externos (hay una amplia variedad de los mismos que se pueden conectar a la placa), motores, etc... También pueden conectarse cables cocodrilo a dichos pines, lo que hace que pueda tener una funcionalidad como la placa MakeyMakey.

3.2. ¿Cómo conectamos y programamos la placa Micro:Bit?

La placa micro:bit puede programarse a través de diferentes dispositivos como teléfonos móviles, tablets, chromebooks u ordenadores. Una ventaja de esta placa es que, además de la conexión por cable micro usb, también puede conectarse a los dispositivos a través de Bluetooth.

Esta placa se puede programar a través de diferentes plataformas y lenguajes de programación. La plataforma oficial es Makecode (<https://makecode.microbit.org>). En esta plataforma podemos elegir entre programar con bloques de código (igual que lo haríamos con Scratch) o utilizando un lenguaje de programación de alto nivel, como es Python. Aunque, en educación primaria, la opción recomendada siempre será la programación por bloques.

También se puede utilizar la app micro:bit, que está disponible tanto para dispositivos Android como para el sistema iOS. A través de bluetooth se puede programar la placa.

Además, la plataforma Scratch (<https://scratch.mit.edu>) ofrece una extensión para poder programar la placa micro:bit, aunque las funcionalidades y extensiones son menores que si utilizásemos la plataforma oficial.

Finalmente, cabe destacar que, si no todos nuestros alumnos cuentan con una placa micro:bit, pueden simular el funcionamiento de la misma a través de la plataforma Tinkercad (www.tinkercad.com), que nos ofrece la posibilidad de programar una placa micro:bit virtual conectándole todo tipo de sensores y actuadores virtuales, así como llevar a cabo el cableado pertinente y simular su funcionamiento.

Una de las ventajas del uso educativo de esta placa es que la plataforma MakeCode permite crear clases. Así, podemos tener organizados a nuestros alumnos, ver en qué y cómo están trabajando, crear proyectos de clase, compartir código con ellos, etc...

3.3. ¿Cómo funciona la placa Micro:Bit?

Esta placa (Figura 3) nos permite programar proyectos que no necesitan que la placa esté continuamente conectada al dispositivo. Así, una vez conectada, tal como hemos visto en el paso previo, la vamos a programar con alguno de los lenguajes de programación que previamente hemos explicado. Una vez que nuestro programa está desarrollado, lo cargamos en la placa micro:bit, bien a través de la conexión por cable micro:usb o utilizando la conexión inalámbrica bluetooth.

En el programa que hemos creado vamos a poder interactuar con los diferentes sensores de la placa. Los datos recogidos por estos desencadenarán una respuesta por parte de los actuadores de la placa o bien grabarán los datos recogidos, por ejemplo, a través de un sensor de temperatura y los guardarán en un documento dentro de la memoria de la placa.

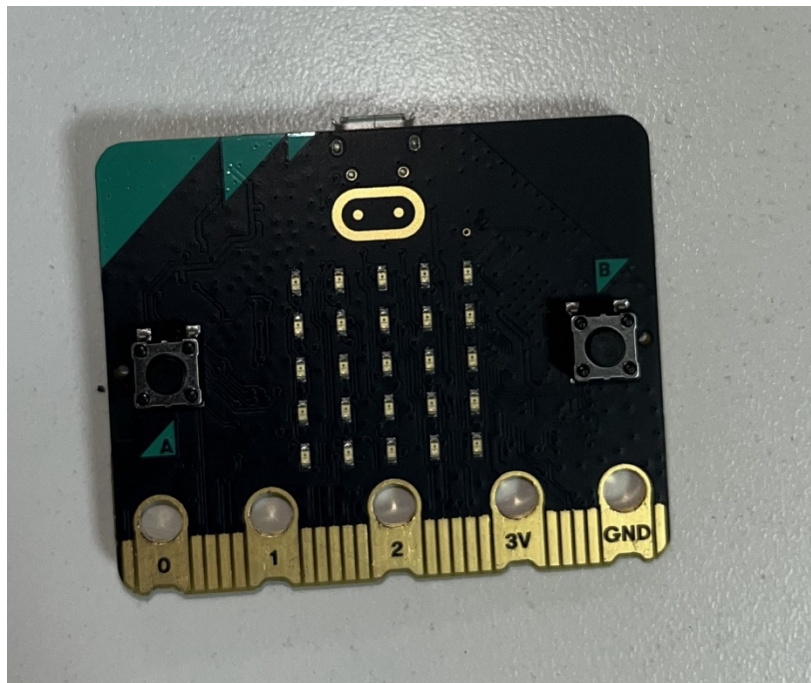
Esta placa, al tener sus propios procesador y memoria no tiene por qué estar conectada a un dispositivo, y se les puede conectar una fuente batería externa, a través de pilas o baterías externas.

Además de los sensores y actuadores que trae de serie dentro de la placa, podemos conectarle otros, como, por ejemplo, sensores de humedad, de humo, de presión, de movimiento, pantallas led externas, motores, servo motores, luces led, semáforos, etc...

Otro aspecto importante de la placa es que existe un amplio catálogo de robots a los podemos conectar la placa para que funcionen, aumentando las posibilidades y la funcionalidad de la misma. Ejemplos de estos robots, cuyos precios son tan competitivos como los de la placa, serían: micro maqueen, bit:bot, Cutebot, ebotics, etc...

Figura 3

Ejemplo de la placa MakeyMakey.



Fuente. Elaboración propia.

3.4. Ejemplos de proyectos multidisciplinarios utilizando la placa Micro:Bit.

El potencial que ofrece la placa micro:bit hace que podamos crear multitud de proyectos con grados de dificultad variables. A continuación se detallan algunos de ellos, los cuales pueden aplicarse en diferentes áreas del currículo de educación primaria y, sobre todo, en las dos sesiones dedicadas a proyectos multidisciplinarios que establece la LOMLOE. Además, es un recurso muy útil para trabajar las metodología STEAM y Aula del Futuro (<https://auladelfuturo.intef.es/>)

3.4.1. Juegos

Se pueden programar juegos interactivos para jugar con la placa microbit, aprovechando los diferentes botones, opciones de acelerómetro, pantalla, etc...

Juego de piedra papel y tijera: la microbit se programa para generar aleatoriamente una de las tres figuras al agitarla. Puede competir contra una persona o contra otra micro:bit.

Dado: Podemos programar la microbit para que, al agitarse, genere aleatoriamente en la pantalla el número de un dado.

Tiempo de reacción: Conectando cables cocodrilo y material conductor, podemos crear un juego que nos muestre en la pantalla LED el botón o pulsador que tenemos que tocar, calculando el tiempo de reacción.

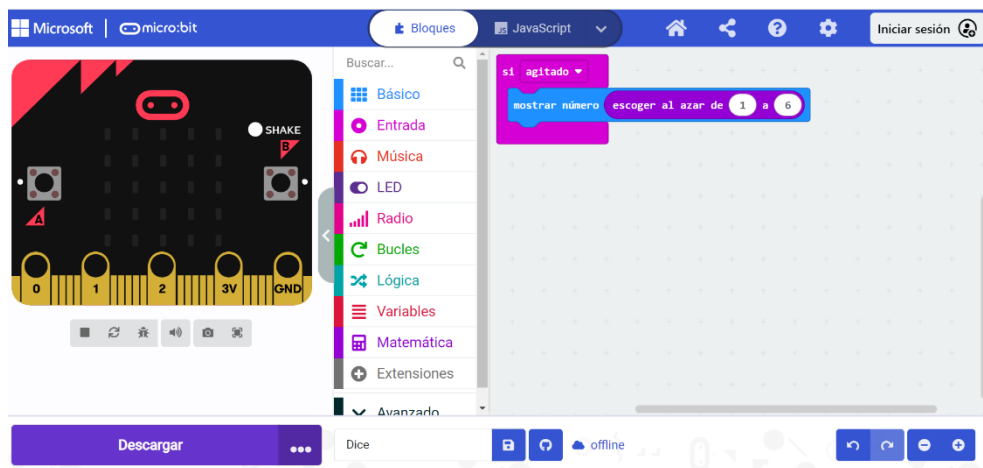
Utilizando el emisor y receptor de **radio** de la placa podemos conectar dos o más micro:bit para realizar juegos en los que haya varias placas implicadas. Por ejemplo:

Frío caliente: la placa nos indicará cuándo está cerca de la placa que está buscando, así nuestros alumnos podrán interactuar unos con otros.

Lanzamiento de patos: se programa la placa micro:bit para jugar por parejas. Se agita una placa, con un pato dibujado en la misma y llega a la otra placa que estará alejada de esta. Entonces el segundo jugador devolverá el pato de la misma forma. Sirve, también, para calcular la distancia hasta la que llegan las ondas de radio que emite la placa microbit.

Mascota virtual: podemos codificar una mascota virtual, que muestre por pantalla diferentes comportamientos según toquemos los botones de la placa, la movamos o agitemos. Además, utilizando materiales reciclados, se puede crear un cuerpo para la misma.

Figura 4
Ejemplo del resultado del proyecto interdisciplinar.



Fuente. Elaboración propia.

4. CIENCIA, EXPERIMENTOS Y STEAM

La placa nos permite realizar diversos experimentos y pruebas para apoyar las áreas de ciencias y tecnología.

Medir velocidades y tiempo: utilizando los cables cocodrilo y la conductividad de materiales, podemos programar la placa para medir la velocidad de un objeto, la distancia recorrida, etc..

Sistema de riego: utilizando sensores de humedad, o simplemente dos clavos unidos a unos cables cocodrilo, la microbit puede detectar la humedad del suelo y activar un servomotor que haga de sistema de riego cuando detecte que el suelo está seco.

Estación meteorológica: la placa cuenta con un sensor de temperatura, un sensor de luz y también se le pueden conectar otros, como sensor de agua, de calidad del aire, etc... La microbit se puede programar para recoger datos en lapsos de tiempo establecidos y que recoja datos en un documento que posteriormente podremos leer.

Brújula: aprovechando que la placa detecta el campo magnético terrestre podemos crear una brújula con la misma que nos indique, mediante una fleca, dónde está el norte, o que nos diga hacia dónde estamos apuntando con la misma.

Combinando la microbit y sensores externos podremos crear proyectos IOT (internet de las cosas), dotando de sensores y actuadores elementos de nuestra vida cotidiana.

5. ARTE Y MÚSICA

La placa microbit permite también dar rienda suelta a la creatividad, trabajándola parte más artística del alumnado. Algunos proyectos interesantes son los siguientes:

Instrumentos musicales: Podemos crear pianos, baterías, guitarras eléctricas, etc... utilizando materiales conductores y la placa micro:bit. Será la propia placa la que reproduzca los sonidos.

Hackear unos auriculares: Utilizando cables cocodrilo y conectándolos al conector minijack de unos auriculares, podemos hacer que estos reproduzcan el sonido que se ha programado en la placa microbit.

Reloj: Se puede diseñar un reloj, utilizando diversos materiales, y que la pantalla sea la propia placa, este nos mostrará la hora y toda la información que queramos (temperatura, humedad, etc...)

Juguetes y robots: se pueden crear juguetes interactivos utilizando servomotores que hagan que estos se muevan al interactuar con los sensores de la placa microbit.

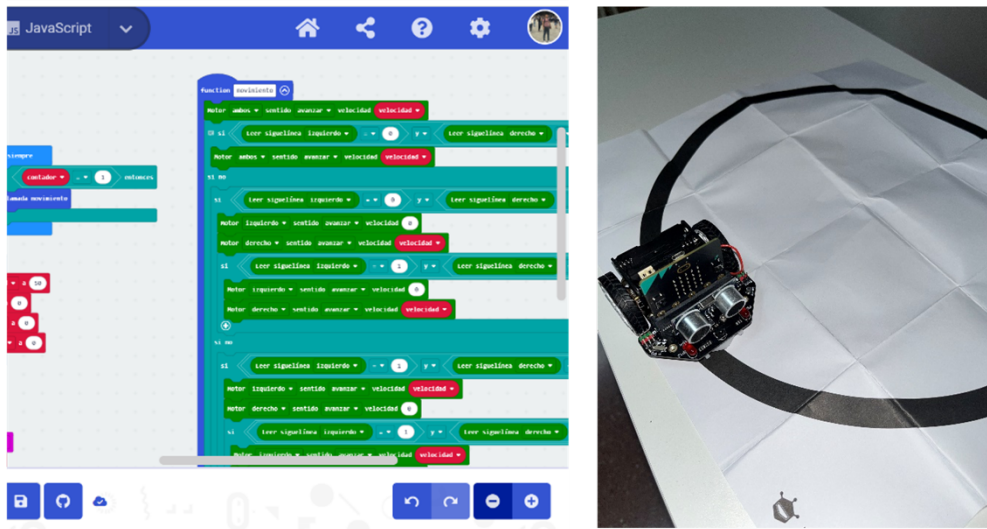
La lista de proyectos que se pueden llevar a cabo con la placa microbit son interminables. En cualquier buscador podremos encontrar todos estos proyectos que se nombran más previamente.

De todos estos proyectos que se han nombrado, podemos encontrar ejemplos en diferentes plataformas como Makecode (makecode.microbit.org), que es la página oficial para programar micro:bit, Instructables (<https://www.instructables.com/>) o en la página de DF Robot (<https://community.dfrobot.com/>) que es quien se encarga de la distribución de la placa microbit.

Las funcionalidades de la placa adquieren una nueva dimensión cuando se conectan a un robot. En este aspecto, y como se indicaba previamente, existe una gran variedad de robots preparados para funcionar con la placa microbit y que tienen unos precios ajustados comparados con otras opciones del mercado. Así, con el uso de robots, podemos crear programas para que sigan líneas, para detectar obstáculos, peleas de sumo entre robots, etc... (Figura 5).

Figura 5.

Ejemplo del resultado del proyecto interdisciplinar.



Fuente. Elaboración propia.

REFERENCIAS

Blikstein, P. (2018). Makey Makey como herramienta para el aprendizaje creativo en la educación primaria. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(3), 57-68.

Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2020). Assessing computational thinking and computer programming in K-12: Challenges and promising practices. *TechTrends*, 64(1), 29-38. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>

- Fleming, L. (2015). *Worlds of making: Best practices for establishing a makerspace for your school*. Corwin.
- Hsu, T. C. (2018). Exploring elementary students' engagement in learning computational thinking through Makey Makey. *Computers & Education*, 126, 232–251. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.010>
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2021). *Makey Makey and STEM education: Exploring creative learning opportunities*. Springer.
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem-solving ability and attitude: Swedish data. *Educational Technology & Society*, 9(3), 182–194.
- Martínez, S. L., & Stager, G. S. (2019). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom (2nd ed.)*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Resnick, M., & Silver, J. (2013). Makey Makey: Improvising tangible and creative interactions. In *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction (TEI)* (pp. 367–370). ACM.
- Sentance, S., Barendsen, E., & Schulte, C. (Eds.). (2018). *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school*. Bloomsbury Academic.
- Silver, J., Rosenbaum, E., & Shaw, J. (2012). *Makey Makey: An invention kit for everyone*. JoyLabz.

RECURSOS EN LÍNEA Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Autodesk, Inc. (s.f.). *Proyectos destacados de micro:bit. Instructables*. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.instructables.com/search/?q=micro:bit&projects=featured>
- BBC micro:bit. (s.f.). *micro:bit educational foundation – Lessons and teaching resources*. Recuperado de <https://microbit.org/teach/>
- JoyLabz. (s.f.). *Makey Makey – Official website*. Recuperado de <https://makeymakey.com>
- JoyLabz. (s.f.). *Makey Makey educators' guide: How to use in the classroom*. Recuperado de <https://makeymakey.com/pages/educators-guide>
- Microsoft MakeCode. (s.f.). *MakeCode for micro:bit*. Recuperado de <https://makecode.microbit.org/>
- MIT Media Lab. (s.f.). *Makey Makey & Scratch educator guide*. Recuperado de <https://scratch.mit.edu>
- Micro:bit Educational Foundation. (s.f.). *Micro:bit classroom – Coding lessons and project ideas*. Recuperado de <https://classroom.microbit.org/>

ANÁLISIS DEL IMPACTO EDUCATIVO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A PARTIR DE LAS EVALUACIONES EDUCATIVAS INTERNACIONALES

Luis Pires Jiménez, Universidad Rey Juan Carlos
María-Jesús Gallego-Losada, Universidad Rey Juan Carlos

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología es un elemento fundamental en la educación de los estudiantes. Existen numerosas ventajas en el uso de tecnologías en el ámbito educativo, como el acceso a una amplia gama de recursos educativos, la posibilidad de personalizar el aprendizaje según las necesidades de cada estudiante, el estímulo del aprendizaje autónomo, o el fomento de habilidades digitales clave como la resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento crítico desde una temprana edad. No obstante, también existen riesgos como la distracción que puede causar el uso de dispositivos digitales, la reducción de la interacción social y el juego físico, así como el acceso a contenidos inapropiados.

Las evaluaciones internacionales permiten analizar el impacto de las tecnologías en la educación, comparando los diferentes sistemas educativos de los países. Las principales evaluaciones internacionales son las realizadas por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). La IEA realiza dos evaluaciones principales a alumnos de 4º grado (4º de Educación Primaria, 10 años) y 8º grado (2º de ESO, 14 años), una en las áreas de matemáticas y ciencias (denominada TIMSS) y otra en la comprensión lectora (PIRLS). España solo participa en las pruebas para los alumnos de 4º de Educación Primaria. Además, la IEA realiza dos evaluaciones específicas sobre la competencia digital de los estudiantes. En 2006 realizó la prueba SITES, en la que no participó España, solo la comunidad autónoma de Cataluña. La otra evaluación, ICILS, es más reciente y ha participado todo el sistema educativo español. Por su parte, la OCDE realiza una evaluación general, denominada PISA (Programme for International Student Assessment), a estudiantes de 15 años que terminan la educación obligatoria. En PISA se evalúan tres competencias troncales, lectura, matemáticas y ciencias, además de otras competencias más específicas o innovadoras que pueden ir cambiando en cada evaluación, como la resolución colaborativa de problemas, la competencia global, el pensamiento creativo, o la competencia financiera. En la próxima edición de PISA 2025 está previsto el análisis de la competencia sobre aprendizaje en el mundo digital.

Las evaluaciones internacionales combinan dos elementos de análisis. El primero de ellos son los resultados que los estudiantes obtienen en las diferentes pruebas de competencias realizadas, principalmente lectura, matemáticas y ciencias. El segundo es un conjunto de información sobre las características personales y familiares de los alumnos, su actitud ante la educación, su entorno social y familiar, y las características de los centros educativos. Este segundo conjunto de datos se obtiene con encuestas realizadas a los estudiantes o a su familia (cuando los estudiantes son muy pequeños) y a los directores y profesores de los centros educativos. La riqueza de la información obtenida permite realizar numerosos estudios que relacionan los resultados académicos de los alumnos con sus características personales y sociales, con sus actitudes, y con las características de los centros educativos y los profesores. Todo ello resulta muy útil para analizar las políticas educativas de los gobiernos.

En este capítulo se analizan las diferentes relaciones que se pueden establecer entre los resultados académicos y el uso de la tecnología, tanto el uso en el aula, como el uso personal que hacen los estudiantes junto con sus actitudes ante las nuevas tecnologías. El análisis permitirá establecer las relaciones generales entre ambos elementos, así como la situación del sistema educativo español en relación con el resto de los sistemas educativos en el mundo. Este capítulo se centra en las evaluaciones de la IEA por dos motivos. El primero es que analizan la población objetivo de este libro, la enseñanza elemental o primaria. En cambio, PISA se aplica a alumnos de 15 años, aunque también tiene como objetivo evaluar todo el sistema educativo, por lo que en este capítulo también se utilizará algún análisis sobre esta evaluación. El segundo motivo es que la IEA ha realizado un análisis específico sobre la competencia digital de los estudiantes (ICILS), mientras que PISA lo tiene previsto hacer en 2025.

Este capítulo estudia, en el apartado 2, los resultados en las pruebas PIRLS y TIMSS en alumnos de 4º de educación primaria, para establecer las relaciones generales entre los recursos digitales y el rendimiento académico. El siguiente apartado se centra en la evaluación ICILS, especializada en la evaluación de la competencia digital de los estudiantes de 2º de ESO, en la que participó España en su última edición de 2023. El apartado 4 repasa los diferentes estudios académicos sobre la relación entre tecnología y rendimiento educativo, tanto de las evaluaciones de la IEA como de otras evaluaciones internacionales como PISA. Un último apartado ofrece las principales conclusiones de este capítulo.

2. EVALUACIONES INTERNACIONALES DE LA IEA SOBRE COMPETENCIAS BÁSICAS DE LOS ALUMNOS DE 4º DE EDUCACIÓN PRIMARIA: PIRLS Y TIMSS

La Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA) es una institución pionera en las evaluaciones internacionales y realiza estudios sobre el rendimiento educativo desde 1959. La IEA realiza cada cuatro años, desde 1995, el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, *Trends in International Mathematics and Science Study*). Este estudio evalúa los conocimientos y procedimientos de matemáticas y ciencias en los currículos de educación primaria y primer ciclo de educación secundaria de numerosos países. España participa solo en la prueba de primaria (desde 2011), por lo que se centrará la atención en esa prueba que evalúa a los estudiantes de 4º curso de educación primaria.

La evaluación se aplica a una muestra aleatoria representativa de todos los estudiantes del país. Así, en la última edición de 2023, en la evaluación completa participaron más de 12.000 centros educativos y alrededor de 400.000 estudiantes, mientras que en España participaron más de 500 centros y 10.000 estudiantes. En la tabla 1 se muestran los resultados por países de la prueba en las dos competencias evaluadas (ordenados de mayor a menor en los resultados de matemáticas) y en la autoconfianza digital, concepto que se explica más adelante. En la tabla aparecen los 59 países participantes, la mayoría son países completos, pero también se incluyen sistemas educativos diferenciados dentro de un país, como Inglaterra dentro del Reino Unido, las comunidades flamenca y francesa dentro de Bélgica, dos regiones autónomas (Macao) o administrativas especiales (Hong Kong) de China, o la capital de Taiwán, Taipéi. El estudio también incluye los denominados participantes de referencia, que son regiones dentro de los países que participan como si fueran un único país (en términos de tamaño de su muestra y otros elementos), aunque estas regiones (dos de Canadá, tres de Emiratos Árabes Unidos y la región del Kurdistán iraquí) no han sido incluidas en este análisis. También en España hay nueve comunidades autónomas que han ampliado su muestra para poder tener resultados representativos propios, aunque tampoco se incluyen en el análisis de este capítulo.

Tabla 1*Resultados por países de la prueba TIMSS 2023.*

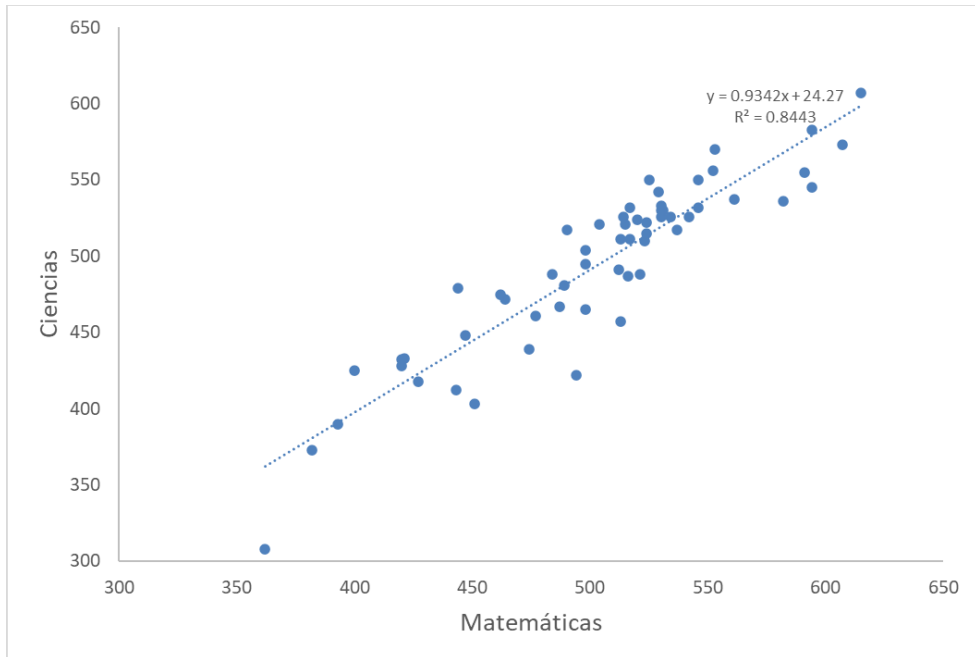
Pais	Matemáticas	Ciencias	Autoconfianza Digital	Pais	Matemáticas	Ciencias	Autoconfianza Digital
Singapur	615	607	10.6	Eslovenia	514	526	9.9
Taipei	607	573	11.1	Italia	513	511	9.4
Hong Kong	594	545	10.8	Armenia	513	457	9.1
Corea	594	583	9.6	Albania	512	491	9.9
Japón	591	555	9.2	Canadá	504	521	10.4
Macao	582	536	10.0	Emiratos Árabes Unidos	498	495	10.2
Lituania	561	537	10.5	Georgia	498	465	10.1
Turquía	553	570	10.8	España	498	504	10.0
Inglaterra	552	556	10.5	Azerbaiyán	494	422	9.3
Polonia	546	550	10.4	Nueva Zelanda	490	517	10.1
Irlanda	546	532	10.2	Bélgica (francés)	489	481	9.4
Rumania	542	526	10.6	Kazajistán	487	467	9.5
Países Bajos	537	517	10.3	Francia	484	488	9.4
Letonia	534	526	10.3	Montenegro	477	461	9.8
Noruega	531	530	10.7	Macedonia del Norte	474	439	9.9
Suecia	530	533	10.4	Catar	464	472	10.0
Bulgaria	530	530	9.9	Baréin	462	475	10.2
República Checa	530	526	9.5	Kosovo	451	403	9.7
Finlandia	529	542	10.8	Bosnia y Herzegovina	447	448	10.0
Australia	525	550	10.4	Chile	444	479	10.3
Dinamarca	524	522	10.2	Uzbekistán	443	412	9.2
Alemania	524	515	9.6	Jordania	427	418	8.7
Serbia	523	510	10.2	Omán	421	433	9.6
Bélgica (flamenco)	521	488	10.0	Arabia Saudita	420	428	10.0
Hungría	520	524	9.5	Irán	420	432	9.6
Portugal	517	511	10.2	Brasil	400	425	9.4
Estados Unidos	517	532	10.1	Marruecos	393	390	7.7
Chipre	516	487	9.8	Kuwait	382	373	9.7
República Eslovaca	515	521	9.7	Sudáfrica	362	308	8.9

Fuente. Elaboración propia a partir de von Davier et al. (2024).

Al igual que en otras evaluaciones internacionales, los resultados de TIMSS en matemáticas son mayores en los países asiáticos (Singapur, China, Taiwán y Japón), seguidos por los europeos (incluyendo Australia y Estados Unidos). La media de la OCDE es de 525 puntos, y el de la Unión Europea de 514, estando España por debajo de esas medias, con una puntuación de 498. En ciencias, los resultados son muy parecidos (OCDE 526, UE 513, España 504), aunque hay países que pueden destacar más en ciencias que en matemáticas (Chile, Nueva Zelanda, Brasil y Australia tienen una puntuación en ciencias mayor de 25 puntos respecto a matemáticas) o destacar más en matemáticas (Azerbaiyán, Armenia, Sudáfrica, Hong Kong, Kosovo y Macao tienen una diferencia de más de 45 puntos con ciencias), mientras que España, igual que muchos otros países, tiene una puntuación similar en ambas competencias. De todas formas, las puntuaciones medias de las dos competencias están muy relacionadas. El siguiente gráfico de dispersión muestra los valores relacionados de ambas puntuaciones, confirmando que existe una fuerte asociación. Esta asociación se comprueba con una línea de tendencia de pendiente positiva y con una fuerte inclinación. El alto valor del coeficiente de determinación, o R^2 , concretamente 0,8443 (que equivale a un coeficiente de correlación de Pearson de 0.9189), indica que aproximadamente el 84% de las diferencias en las puntuaciones de matemáticas está explicado por la puntuación en ciencias, y viceversa.

Figura 1

Relación entre los resultados en matemáticas y ciencias en TIMSS 2023.



Fuente. Elaboración propia a partir de von Davier et al. (2024).

En el cuestionario realizado por los alumnos, se les preguntaba por su grado de confianza o eficacia en el uso de la tecnología a través de siete afirmaciones, sobre las que tenían que expresar si estaban de acuerdo o en desacuerdo en una escala *Likert* de cuatro niveles (muy de acuerdo, algo de acuerdo, algo en desacuerdo, muy en desacuerdo):

1. Puedo escribir y editar texto en un ordenador, tableta o teléfono móvil
2. Puedo crear presentaciones escolares utilizando un ordenador, una tableta o un teléfono móvil
3. Puedo crear tablas, diagramas y gráficos usando un ordenador, una tableta o un teléfono móvil
4. Puedo encontrar la información que necesito en Internet
5. Puedo distinguir si un sitio web es fiable
6. Puedo aprender a hacer cosas nuevas fácilmente en ordenadores portátiles o teléfonos móviles sin ninguna dificultad

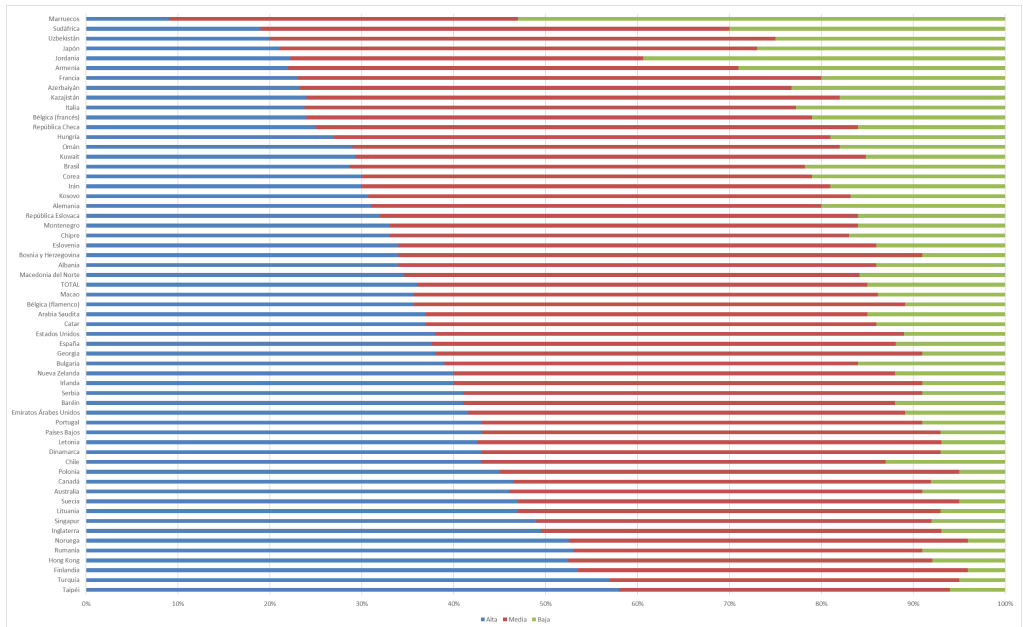
7. Sé cómo ayudar a mis amigos o familiares a utilizar ordenadores, portátiles o teléfonos móviles.

A partir de las respuestas a estas afirmaciones, la IEA ha construido el denominado “índice de autoconfianza digital”, que tiene una media de 10 puntos (para todos los estudiantes participantes) y una desviación típica de 2 puntos. En la tabla 1 se puede comprobar el índice en cada país. La relación entre la autoconfianza digital y los resultados en matemáticas y ciencias no está clara. Aunque hay países que combinan una alta autoconfianza digital con altas puntuaciones (Taipei, Hong Kong, Turquía, Finlandia), otros países con alta autoconfianza digital tienen puntuaciones bajas, por ejemplo, Chile, con una autoconfianza digital por encima de la media (10,3) pero unas puntuaciones muy por debajo de la media. En el caso opuesto, baja autoconfianza digital con altas puntuaciones en matemáticas y ciencias, también encontramos países como República Checa, Hungría, Italia o Japón. El caso de Japón es muy interesante para entender la naturaleza del índice de autoconfianza digital. Este índice se basa en la interpretación que tienen los propios estudiantes sobre su confianza digital, en cómo se valoran a sí mismos. Por ello, una cultura como la japonesa, que tiende a ser muy exigente con el desempeño personal y tiene una baja confianza, hace que sus estudiantes piensen que su eficacia digital es muy baja, aunque seguramente sea más alta que en otros muchos países con un índice de autoconfianza más alto. España tiene un índice de autoconfianza digital exactamente igual a la media del estudio (10.0), aunque hay que recordar que sus puntuaciones en matemáticas y ciencias son inferiores a la media, es decir, el nivel de autoconfianza digital en España es relativamente alto.

La Figura 2 muestra el índice de autoconfianza digital medido a través del establecimiento de tres categorías de estudiantes, los que tienen una alta autoconfianza digital (una media igual o superior a tener 4 de las 7 afirmaciones muy de acuerdo y 3 algo en desacuerdo, correspondiente a un índice de 10,5), baja autoconfianza digital (una media igual o menor a tener 4 respuestas algo en desacuerdo y 3 algo de acuerdo, correspondiente a un índice de 8.1), y el resto (entre 10,5 y 8,1) tienen una autoconfianza digital media. España tiene unos resultados ligeramente mejores que la media, ya que solo el 12% de sus estudiantes tienen una autoconfianza baja (frente a la media de todos los países del 15%), y el 38% tienen una alta autoconfianza, frente al 36% de media.

Figura 2

Porcentaje de alumnos con alta, media y baja autoconfianza digital en TIMSS 2023.

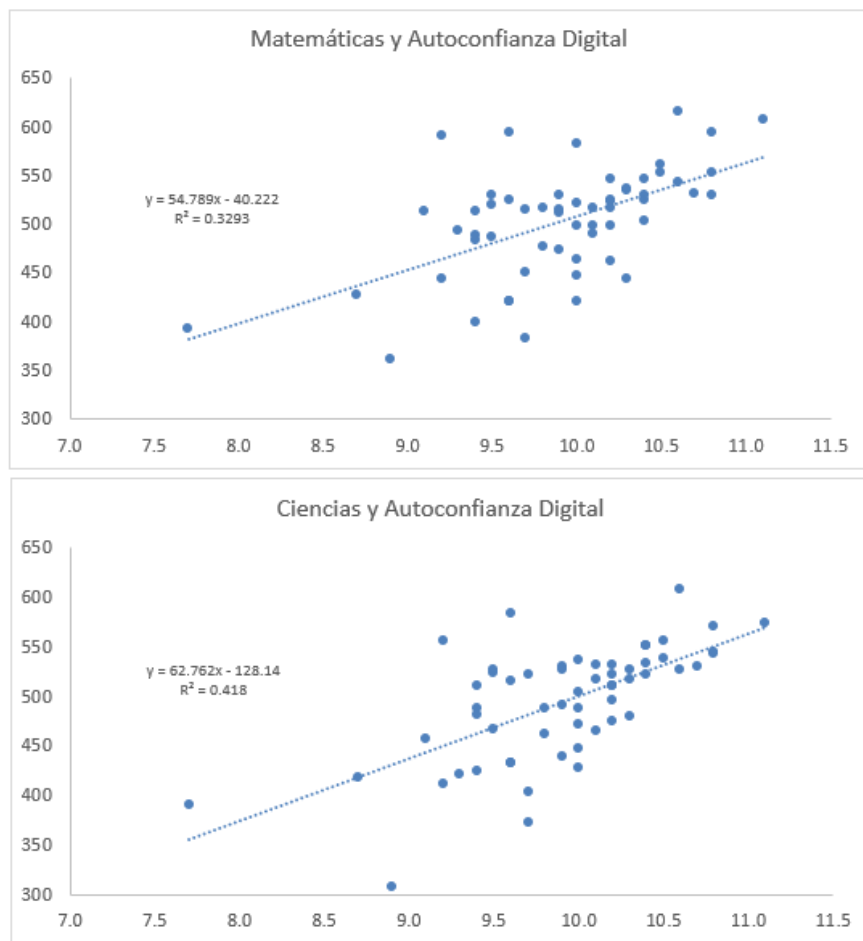


Fuente. Elaboración propia a partir de von Davier et al. (2024).

El siguiente gráfico (Figura 3) muestra la relación entre el índice de autoconfianza digital y los resultados en matemáticas y en ciencias. La línea de tendencia tiene pendiente positiva, lo que indica que una mayor autoconfianza digital se asocia con mejores resultados en matemáticas y ciencias. No obstante, esta relación no es muy intensa, ya que los valores del coeficiente de determinación, o R^2 , no son muy altos, 0,3293 en matemáticas y 0,418 en ciencias, lo que indica que solo un 32% y un 40% de esos resultados se explican por la autoconfianza digital, y viceversa.

Figura 3

Relación entre el índice de autoconfianza digital y los resultados en matemáticas y en ciencias en TIMSS 2023.



Fuente. Elaboración propia a partir de von Davier et al. (2024)

El Estudio internacional de progreso en comprensión lectora (PIRLS, *Progress in International Reading Literacy Study*) se realiza cada cinco años desde 2001. Se aplica a estudiantes de 4º grado (4º curso de educación primaria), ya que esta edad (10 años) se considera un destacado punto de transición en el desarrollo de los estudiantes como lectores. España participa desde 2006. La última edición se aplicó en 2021, aunque la reciente pandemia del Covid-19 hizo que la recogida de datos se extendiera, según los países, hasta 2022. En los 57 países participantes y los 8 participantes de referencia, se recogieron datos de 400.000 estudiantes, 380.000 progenitores (a quienes se les aplica una encuesta sobre el entorno familiar),

20.000 docentes y 13.000 equipos directivos. En España se evaluaron más de 10.000 alumnos y 525 centros.

La edición PIRLS 2021 ha supuesto la transición desde una evaluación con textos en papel a una evaluación en formato digital. Bajo este formato, los estudiantes realizan la evaluación en un dispositivo electrónico (tableta u ordenador portátil) con una interfaz de usuario que simula un entorno web donde los estudiantes pueden navegar libremente por los textos y activar un panel con las preguntas. El objetivo es triple. En primer lugar, acercarse al entorno de internet y los dispositivos electrónicos donde la mayoría de los alumnos realizan sus lecturas. En segundo lugar, aumentar la motivación de los alumnos en la realización de la prueba por la interactividad y el atractivo diseño de la interfaz de usuario. Por último, la aplicación electrónica permite mejorar el desarrollo de la propia evaluación en diferentes aspectos como la optimización de los procesos de creación de las preguntas, la preparación de los instrumentos, la corrección de las pruebas, la recogida de datos, y la obtención de resultados adicionales como el tiempo de realización de la prueba, el tiempo que se tarda en responder a cada pregunta o el orden de las respuestas. En todas las evaluaciones internacionales se ha ido introduciendo este formato digital en los últimos años.

La Tabla 2 muestra los resultados de esta prueba por países, ordenados de mayor a menor puntuación, junto con la escasez de recursos escolares, que se explica más adelante. Comparando estos resultados de lectura con los de matemáticas y ciencias de la tabla 1, se comprueba que los países asiáticos ya no dominan tan claramente en la lectura como lo hacían en ciencias y matemáticas. Además, hay países con buenos resultados en ciencias y matemáticas, como Turquía o Taipéi, pero con resultados menores en lectura. Por el contrario, países con malos resultados en matemáticas y ciencias tienen mejores resultados en lectura, como Francia y España.

Tabla 2*Resultados por países de la prueba PIRLS 2021.*

País	Lectura	Escasez recursos escolares	País	Lectura	Escasez recursos escolares
Singapur	587	10.9	Portugal	520	10.1
Hong Kong	573	7.6	Malta	515	10.0
Federación Rusa	567	10.2	Serbia	514	10.3
Inglaterra	558	10.8	Francia	514	10.0
Polonia	549	11.3	Albania	513	8.8
Finlandia	549	11.2	Chipre	511	10.7
Suecia	544	11.2	Bélgica (Flamenco)	511	10.4
Taipei	544	8.6	Israel	510	10.0
Bulgaria	540	12.4	MEDIA	500	10.0
Australia	540	11.5	Turquía	496	7.8
República Checa	540	11.1	Bélgica (Francés)	494	9.7
Dinamarca	539	11.4	Montenegro	487	9.7
Noruega	539	11.3	Macedonia del Norte	442	8.0
Italia	537	9.7	Azerbaiyán	440	8.6
Macao	536	7.6	Uzbekistán	437	9.5
Austria	530	10.7	Omán	429	9.2
República Eslovaca	529	10.5	Kosovo	421	8.3
Países Bajos	527	11.7	Brasil	419	10.1
Alemania	524	10.3	Irán	413	9.1
Nueva Zelanda	521	11.2	Jordania	381	8.2
España	521	10.6	Egipto	378	9.2
Eslovenia	520	10.8	Sudáfrica	288	9.2

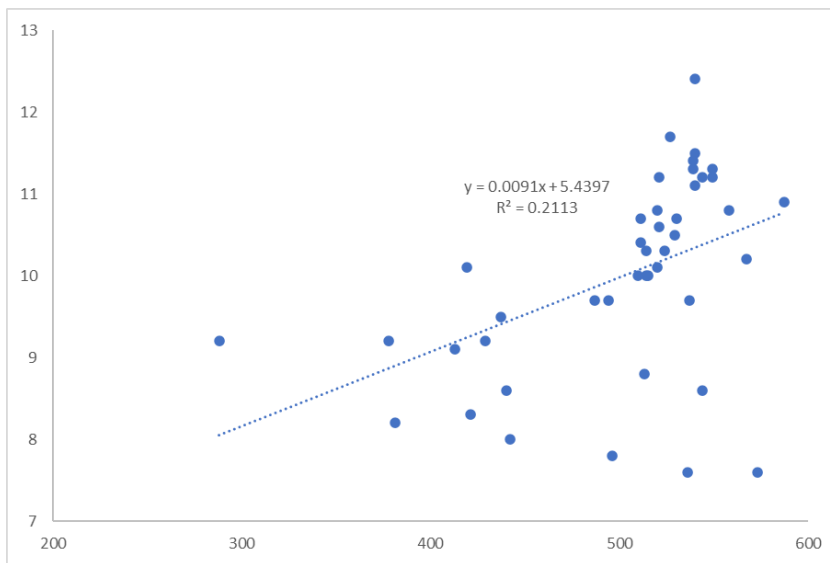
Fuente. Elaboración propia a partir de Mullis et al. (2023).

A partir de la encuesta a los directores, PIRLS elabora un índice sobre los recursos disponibles en el centro educativo. Se pregunta por dos tipos de recursos: recursos escolares generales y recursos específicos para la enseñanza de la lectura. En los generales están los materiales didácticos (libros de texto), los consumibles (papeles, lápices, materiales), los edificios y terrenos escolares, los sistemas de calefacción, refrigeración e iluminación, los espacios de enseñanza (aulas), el personal tecnológicamente competente, la tecnología y los recursos multimedia para apoyar la enseñanza y para apoyar el aprendizaje y la expresión de los estudiantes, y la conexión a Internet. Los recursos para la enseñanza de la lectura incluyen a los profesores con especialización en lectura, las aplicaciones informáticas para la enseñanza de la lectura, los recursos de biblioteca, y los materiales didácticos para la lectura. A partir de las preguntas anteriores, se elabora un índice de escasez de recursos escolares, con media 10 y desviación estándar 2, cuyo valor aumenta cuanto menor es la escasez. Aunque este índice no está exclusivamente relacionado con la tecnología, sirve de aproximación a la relación entre recursos tecnológicos y resultados académicos. En la tabla 2 aparece este índice, que en principio está relacionado con los resultados en lectura, ya que a mayor índice (menor escasez), mejores resultados. No obstante, hay excepciones, por ejemplo, Hong Kong, con un índice muy bajo junto con el segundo mejor resultado en lectura, o Brasil, con un resultado en lectura muy bajo pero un índice de escasez de recursos escolares por encima de la media. El siguiente gráfico muestra la relación entre ambas variables, resultados y escasez de recursos, con

una línea de tendencia con pendiente positiva que confirma lo antes indicado. Sin embargo, la relación es poco intensa, ya que el coeficiente de determinación R^2 es de solo 0,2113 (véase Figura 4).

Figura 4

Relación entre la escasez de recursos escolares y los resultados en lectura en PIRLS 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de Mullis et al. (2023)

Además del índice, PIRLS 2021 clasifica a los estudiantes según tres niveles de escasez de recursos que experimentó su escuela: “no afectados”, “algo afectados” y “muy afectados”. Con esta clasificación también se observa una asociación positiva entre la disponibilidad de recursos y el rendimiento en lectura de los estudiantes. En promedio, el 31 por ciento de los estudiantes asistían a escuelas “no afectadas” por la escasez de recursos y tenían el rendimiento en lectura promedio más alto (519). El rendimiento en lectura promedio fue comparativamente menor para el 61 por ciento de los estudiantes en escuelas “algo afectadas” por la escasez de recursos (498) e incluso menor para el 8 por ciento de los estudiantes en escuelas “muy afectadas” por la escasez de recursos (472).

Adicionalmente, PIRLS 2021 dispone de información sobre los recursos domésticos a disposición de los estudiantes, derivado de la encuesta a sus padres. Así, se pregunta si los estudiantes disponen de siete recursos en casa, cinco de los cuales son tecnológicos (ordenador o tableta compartido o propio, teléfono móvil compartido o propio, y conexión a internet) y dos no tecnológicos (escritorio o

mesa para uso personal, y habitación propia). Con las respuestas se establecen tres niveles, 1 (0 a 3 recursos), 2 (4 o 5) y 3 (6 o 7). De nuevo, aunque estos datos no están exclusivamente relacionados con la tecnología, sirven de aproximación a la relación entre recursos tecnológicos y resultados académicos.

En la mayoría de los países, la mayor parte de los estudiantes (cerca del 90%) declaran tener al menos cuatro de los recursos. En España, la mitad de los estudiantes pertenecen al nivel 2 (4 o 5 recursos). No obstante, la relación entre la cantidad de recursos disponibles y los resultados académicos no es clara. Aunque 18 países sí que tienen una diferencia estadísticamente significativa y mayor de los estudiantes del nivel 3 frente a los del nivel 1, en otros 11 países, entre los que está España, esa diferencia no es estadísticamente significativa (incluso en un país, Países Bajos, los estudiantes del nivel 1 obtienen mejores resultados que los del nivel 3). La diferencia entre el nivel 2 y el 3 tampoco es significativa en muchos países, incluyendo España, donde los resultados son mayores en el nivel 2 que en el nivel 3. Por tanto, la mayor disponibilidad de recursos no supone una mejor puntuación en lectura en PIRLS 2021.

En conclusión, los resultados académicos no tienen una relación clara con la autoconfianza digital de los estudiantes o la intensidad con la que utilizan los recursos digitales tanto en el aula como en su domicilio. Los estudiantes españoles tienen un índice de autoconfianza digital superior a la media de los países evaluados respecto a los resultados académicos que obtienen en matemáticas y ciencias. En la competencia lectora, el uso excesivo de recursos digitales por parte de los estudiantes españoles puede ser contraproducente, al obtenerse mejores resultados con un uso más moderado.

3. EL ESTUDIO INTERNACIONAL SOBRE COMPETENCIA DIGITAL ICILS

La IEA ha llevado a cabo en 2023 un estudio específico sobre la preparación de los alumnos para estudiar, trabajar y vivir en un mundo digital, el *International Computer and Information Literacy Study* (ICILS). A la espera de un informe sobre el aprendizaje en el mundo digital que realizará la OCDE en 2025 (y cuyos resultados no estarán disponibles hasta 2026), el informe ICILS de la IEA es el estudio más reciente y ambicioso para analizar y comparar las competencias digitales en el sistema educativo de numerosos países del mundo. Este estudio se realiza cada cinco años, y ya cuenta con tres ediciones en los años 2013, 2018 y 2023, aunque España solo ha participado en la última edición. Se aplicó a alumnos de 13 y 14 años que estudiaban en 2º curso de la ESO. En todo el mundo este estudio se aplicó sobre 130000 estudiantes, 60000 docentes y 5000 equipos directivos y coordinadores TIC. En España se evaluaron 11779 estudiantes, 6247 docentes y 508 equipos directivos. El estudio no solo recopila datos comparativos a gran escala

de los conocimientos digitales de los jóvenes estudiantes, sino también sus opiniones, creencias y actitudes hacia el mundo digital, además de obtener información sobre el contexto escolar y familiar de los estudiantes (Fraillon, 2024).

Los contenidos sobre competencia digital se desarrollaron en torno a cuatro dominios, la comprensión del uso del ordenador, la recopilación de información, la producción de información y la comunicación digital. La competencia digital de los estudiantes españoles es relativamente buena, ya que obtuvieron una puntuación promedio de 495 puntos en competencia digital, lo que los sitúa ligeramente por encima de la media de la Unión Europea (493 puntos). Estos resultados indican que el nivel de alfabetización digital en España es comparable al de países como Alemania, Francia e Italia.

Sin embargo, a pesar de este rendimiento global positivo, existen diferencias notables entre las comunidades autónomas. Por ejemplo, regiones como Cataluña (518 puntos) y la Comunidad de Madrid (514 puntos) destacan por obtener los mejores resultados, mientras que otras comunidades autónomas presentan puntuaciones más bajas. Estas disparidades pueden atribuirse a diferencias en la dotación tecnológica, la formación del profesorado y las políticas educativas locales.

El informe también destaca que los alumnos con mayor exposición a recursos tecnológicos de calidad tienden a obtener mejores resultados en competencia digital. Además, el informe subraya la importancia de la capacitación docente en competencias digitales, ya que un profesorado bien preparado repercute directamente en el desarrollo de habilidades tecnológicas en los estudiantes. Sin una formación adecuada, el potencial de la tecnología en la educación queda infrautilizado.

El estudio revela que el entorno socioeconómico y cultural sigue siendo un factor determinante en el desarrollo de la competencia digital. Un estudio previo sobre las dos primeras ediciones de ICILS (Fraillon y Schulz, 2020) ya reveló importantes brechas digitales tanto entre países como dentro de ellos, destacando que las habilidades digitales están fuertemente correlacionadas con el contexto socioeconómico. En el caso de España, la brecha entre los estudiantes con contextos socioeconómicos favorables y desfavorables alcanza los 69 puntos, una diferencia significativa, aunque menor que la media europea, que es de 79 puntos. Esto sugiere que, aunque la desigualdad existe, el sistema educativo español ha logrado reducir parcialmente el impacto de la situación económica en el aprendizaje digital.

Por otro lado, el origen étnico y cultural también influye en los resultados. Los estudiantes de origen inmigrante obtienen puntuaciones que, en promedio, son 28 puntos más bajas que las de los estudiantes nativos. Esto puede deberse a barreras lingüísticas, falta de acceso a dispositivos tecnológicos en el hogar o diferencias en

el apoyo educativo familiar. El estudio enfatiza la necesidad de políticas que fomenten la equidad digital, proporcionando recursos y formación específica en áreas donde los estudiantes están en desventaja. Además, se recomienda el desarrollo de programas de apoyo específicos para alumnos inmigrantes o de entornos vulnerables, con el fin de reducir esta brecha.

El acceso a la tecnología y su uso efectivo tanto en el hogar como en la escuela son fundamentales para el desarrollo de competencias digitales. En el caso de España, el informe destaca que el 32% de los estudiantes dispone de dos o más ordenadores en casa, mientras que el 94% cuenta con conexión a internet de calidad. Estos datos sitúan a España en una posición relativamente favorable en términos de infraestructura digital doméstica.

Sin embargo, la situación en los centros educativos es más desigual. Aunque la mayoría de los colegios disponen de recursos tecnológicos básicos, no siempre se garantiza un uso pedagógico eficaz de estos dispositivos. El informe sugiere que los centros con planes específicos de integración tecnológica y capacitación docente continua logran un mejor aprovechamiento de las herramientas digitales, lo que repercute positivamente en los resultados académicos.

Además, el estudio resalta que el uso excesivo o inadecuado de la tecnología puede tener un impacto negativo en el rendimiento académico, especialmente cuando no hay un acompañamiento pedagógico adecuado. El informe destaca la importancia de la formación en el uso seguro y responsable de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). España se sitúa ligeramente por encima de la media de la UE en este aspecto, indicando que la mayoría de los estudiantes reciben educación sobre prácticas seguras en el entorno digital.

Las familias españolas suelen imponer más restricciones en el uso de pantallas en comparación con la media europea. Según los datos, solo el 41,5% de los estudiantes españoles afirma no tener límites de tiempo en días lectivos, mientras que esta cifra asciende al 59,4% en el conjunto de la Unión Europea. Aunque limitar el tiempo frente a las pantallas puede ser beneficioso para evitar problemas de salud y fomentar otras actividades, el estudio también sugiere que estas restricciones pueden dificultar el desarrollo de habilidades digitales, especialmente en hogares donde el acceso a la tecnología es limitado o donde no existe un acompañamiento adecuado para el uso educativo. Por ello, el informe sugiere que las restricciones deben estar equilibradas con oportunidades de uso pedagógico y crítico de la tecnología. Fomentar actividades que combinen el aprendizaje digital con otros enfoques puede contribuir a un desarrollo más equilibrado de las competencias digitales.

4. ESTUDIOS ACADÉMICOS SOBRE EL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA Y LOS RECURSOS DIGITALES EN EL RENDIMIENTO EDUCATIVO

Existen numerosos estudios académicos que analizan la relación entre el uso de recursos digitales y el rendimiento académico de los estudiantes. Sus conclusiones son muy similares a las indicadas en los apartados anteriores. Así, numerosos estudios constatan que la relación entre el uso de la tecnología y el rendimiento académico es no lineal. Es decir, no todo aumento en el uso de tecnología mejora linealmente los resultados académicos. En este sentido, con datos de PISA 2015, Zhang y Liu (2019) establecen claramente que un uso moderado de tecnología produce mejores resultados que un uso superior y excesivo, o un uso muy limitado.

Esta observación se ve reforzada por el análisis de Gorjón y Osés (2022), con datos de PISA 2018, que intentan analizar si los usos más intensivos de la tecnología afectan de manera diferente a usos moderados de la tecnología. Para ello, dividen a los estudiantes según la frecuencia de uso de la tecnología. Sus resultados demuestran que un uso bajo, medio y, en ocasiones, intensivo favorece el rendimiento matemático en comparación con un uso muy bajo. Sin embargo, el uso muy intensivo resulta en penalizaciones significativas en el rendimiento. En el contexto español, esta penalización puede equivaler a medio curso académico de diferencia en el rendimiento matemático. Esta penalización es aún más negativa para los estudiantes que tienen un menor nivel socioeconómico. También las niñas tienen una penalización más negativa, aunque el grupo de alumnas es menos numeroso en la categoría de usuarios muy intensivos frente al de los alumnos varones. El estudio logra demostrar que las características propias de los estudiantes que hacen este uso muy intensivo no explican el desempeño académico, sino que es el propio uso excesivo de los dispositivos digitales el que reduce los resultados académicos. En este sentido, las políticas educativas y los recursos digitales en los centros escolares no han logrado hasta ahora reducir el hecho de que un usuario muy intensivo tenga unos rendimientos académicos menores.

Las anteriores conclusiones sobre la conveniencia de un uso moderado coinciden con las conclusiones del informe de la OCDE (OECD, 2015). Este informe defiende que todos los estudiantes deben primero tener habilidades básicas de alfabetización y aritmética para poder participar plenamente en las sociedades hiperconectadas y digitalizadas del siglo XXI. Sin embargo, cuestionan la idea extendida de que más tiempo de pantallas digitales equivale a más aprendizaje. En el caso de la lectura, con datos de PISA 2012, el informe muestra que el uso moderado del ordenador en el colegio, por debajo de la media de la OCDE, producía una mejora en los resultados, que decaía al aumentar el tiempo de uso. Los datos de PIRLS 2021 (Mullis et al., 2023) también revelan patrones específicos en cuanto al tiempo dedicado a la búsqueda de información en dispositivos electrónicos: el mejor rendimiento lector se observa en estudiantes que trabajan con pantallas

menos de 30 minutos al día, seguidos por quienes dedican más tiempo, y finalmente por quienes nunca las usan. Incluso hay países, como Irlanda, donde los mejores resultados los obtienen quienes nunca usan dispositivos, seguidos por quienes los usan menos de 30 minutos al día y, por último, quienes dedican más tiempo a los dispositivos. La evidencia de otros estudios también indica que, una vez alcanzado un nivel adecuado de recursos, añadir recursos adicionales no contribuye necesariamente a mejorar los resultados del aprendizaje (Wey, Rodney y Roberts, 2012; Nicoletti y Rabe, 2012; OECD, 2013).

Varios estudios encuentran que el impacto de la tecnología tampoco es uniforme a través de las diferentes materias académicas ni entre los diferentes niveles socio económicos de los estudiantes. Veselkova (2024), analizando datos de TIMSS y PIRLS en Eslovaquia, indica que la disponibilidad de ordenadores mejora las puntuaciones en lectura, especialmente en niños desfavorecidos, por lo que la disponibilidad de recursos digitales ayuda a reducir las desigualdades educativas. Sin embargo, los efectos solo se notan en lectura, mientras que no hay efectos positivos del uso de tecnología en matemáticas y ciencias. De manera similar, BouJaoude y Faour (2024) identifican que las únicas relaciones significativas entre disponibilidad de ordenadores y rendimiento se obtuvieron en las competencias matemáticas de PIRLS y TIMSS en cuarto grado, mientras que en octavo grado y en ciencias las relaciones no son significativas. Por su parte, Petko, Cantieni y Prasse (2017), repasando datos de las evaluaciones PIRLS, TIMSS y PISA, apenas encuentran asociaciones positivas entre la frecuencia de uso de la tecnología educativa en las escuelas y el rendimiento de los estudiantes. Si bien el uso de ordenadores en el hogar mostró una tendencia a correlaciones positivas con las calificaciones de las pruebas, el uso de ordenadores en las escuelas no lo hizo. Con datos de PISA 2012, estos autores combinan la frecuencia de uso y las percepciones positivas con respecto a la tecnología educativa como predictores de las calificaciones de los estudiantes. Al controlar los factores sociodemográficos influyentes, los resultados indican que las actitudes positivas hacia la tecnología educativa se asocian con calificaciones más altas en las pruebas en la gran mayoría de los países. Dado que las actitudes positivas probablemente sean resultado de experiencias positivas, parece razonable concluir que podría ser la calidad del uso de la tecnología educativa, y no la cantidad, lo que realmente importa.

La importancia de la calidad de las tecnologías, y no su cantidad, es defendida también por otros autores. Así, Pettersson (2021) analiza los datos de PISA 2018 y encuentra que la mera presencia de tecnología no garantiza mejores resultados educativos, siendo los factores clave la integración pedagógica efectiva y el desarrollo profesional docente. La política educativa se muestra, por tanto, como un factor determinante para la integración de las tecnologías en clase, más allá de simplemente comprar y aumentar el número de recursos tecnológicos. En este sentido, Veselkova (2024) defiende que las políticas destinadas a aumentar el uso

de dispositivos electrónicos en las escuelas deberían apuntar a identificar métodos de enseñanza basados en las TIC que ayuden a los estudiantes a aprender. Por su parte, la OCDE sugiere que los gobiernos, las familias y los centros escolares deberían poner la atención en cómo se distribuyen y utilizan los recursos educativos y qué recursos son los que mejoran el aprendizaje de los estudiantes (OECD,2016).

La evidencia de las evaluaciones internacionales indica que la relación entre tecnología y rendimiento académico es compleja y no lineal. Los estudios analizados sugieren varias implicaciones importantes para la política educativa. En primer lugar, tal como remarcan numerosos estudios, es necesario promover un uso moderado y específico de la tecnología, evitando tanto la infraexposición como el uso excesivo. La implementación de políticas tecnológicas educativas debe tener en cuenta también el contexto socioeconómico de los estudiantes. En segundo lugar, es muy necesario identificar métodos de enseñanza basados en TIC que realmente ayuden al aprendizaje. Y, en tercer lugar, las anteriores estrategias deben complementarse con el desarrollo de competencias tecnológicas en los futuros profesores, para que puedan abordar los desafíos de su práctica pedagógica frente a las generaciones de estudiantes con una mayor exposición y habilidades tecnológicas.

5. CONCLUSIONES

Este capítulo ha analizado el impacto de la tecnología en la educación, tanto a nivel internacional como en el contexto español, a partir del análisis de datos provenientes de evaluaciones educativas internacionales. Este análisis ha permitido destacar los principales puntos fuertes y áreas de mejora en el uso pedagógico de la tecnología, así como las estrategias necesarias para maximizar su aprovechamiento en el ámbito educativo.

Las conclusiones más generales sobre los resultados de las evaluaciones internacionales muestran que el uso de la tecnología en la educación presenta un impacto no lineal en los resultados académicos. Un uso moderado tiende a generar mejores resultados que un uso excesivo o demasiado limitado. Esto se observa especialmente en competencias lectoras, donde la disponibilidad de ordenadores mejora el rendimiento, en particular entre estudiantes desfavorecidos. No obstante, en matemáticas y ciencias no se observan efectos positivos significativos derivados del uso de tecnología, lo que sugiere la necesidad de estrategias pedagógicas específicas adaptadas a cada disciplina.

A nivel global, los estudios subrayan que la presencia de recursos tecnológicos en los centros educativos no garantiza una mejora automática en los resultados. La

clave radica en la integración pedagógica efectiva y en la formación docente continua, ya que el profesorado capacitado es fundamental para el aprovechamiento de las tecnologías educativas. Asimismo, se ha identificado que las actitudes positivas hacia la tecnología están relacionadas con un mejor desempeño académico, lo que sugiere que la calidad del uso de las tecnologías es más importante que la cantidad de exposición a ellas.

En la actualidad, la Inteligencia Artificial (IA) está cada vez más presente dentro del ámbito educativo. Podemos encontrar su uso en diferentes ámbitos, desde chatbots de asistencia al estudiante las 24 horas del día, hasta la automatización de gestiones administrativas en línea. Las nuevas plataformas educativas ofrecen enormes posibilidades ya que permiten adaptar el contenido a las necesidades específicas de cada alumno. Esto es especialmente relevante en un entorno donde los estudiantes tienen diferentes capacidades, actitudes y ritmos de aprendizaje.

Finalmente, es esencial que las políticas educativas promuevan la equidad digital, proporcionando recursos tecnológicos y programas específicos en áreas de mayor vulnerabilidad. Esto incluye el diseño de estrategias pedagógicas que equilibren el acceso a la tecnología con su uso crítico y responsable, evitando tanto la infraexposición como el uso desmedido. Además, resulta imprescindible preparar a los futuros docentes en competencias digitales, garantizando que puedan responder a las demandas de las generaciones actuales y futuras en un entorno cada vez más tecnificado.

Centrando el análisis en el sistema educativo de España, los estudiantes españoles tienen un rendimiento académico moderado en competencias digitales, situándose ligeramente por encima de la media europea. Aunque sus resultados en lectura, matemáticas y ciencias sean inferiores a la media, tienen un mayor nivel de autoconfianza digital, sus competencias tecnológicas son también mejores con un nivel de alfabetización digital comparable al de países como Alemania, Francia e Italia, y también tienen una alta intensidad en la utilización de los recursos digitales tanto en el aula como en su domicilio. Esto sugiere que mejores competencias digitales y tecnológicas no se traducen directamente en mejores resultados académicos. Además, aunque las competencias lectoras mejoran con un uso moderado de la tecnología, un uso excesivo puede ser contraproducente.

En este sentido, el Gobierno de la Comunidad de Madrid, en un reciente decreto, ha regulado y limitado el uso de dispositivos digitales en los centros educativos sostenidos con fondos públicos. Así, aunque los currículos de Educación Infantil y Primaria seguirán abordando las competencias digitales donde se contempla el uso de dispositivos en materias optativas y proyectos donde sean imprescindibles, se establecerán limitaciones para que se haga un uso equilibrado de las nuevas tecnologías. En la ESO serán los propios colegios e institutos los que

delimiten el uso individual o compartido de dispositivos electrónicos en función de las características de las enseñanzas y la edad y el grado de madurez de sus alumnos. Por último, el uso de dispositivos digitales estará totalmente vetado en el primer ciclo de Educación Infantil (0-3 años) y, para el resto de Educación Infantil y Primaria, tampoco se podrán mandar deberes que los escolares tengan que completar en sus casas con dispositivos electrónicos.

Los datos muestran que la infraestructura tecnológica en los hogares españoles es adecuada, lo que contribuye a reducir la brecha digital en términos de acceso, ya que los estudiantes con mayor exposición a recursos tecnológicos de calidad tienden a obtener mejores resultados en competencia digital. No obstante, las familias españolas tienden a imponer más restricciones en el uso de pantallas que otros países europeos, lo que puede limitar el desarrollo de habilidades digitales si no se equilibra con oportunidades educativas.

Sin embargo, esta situación no se replica en los centros educativos, donde persisten desigualdades en la integración y uso pedagógico de los recursos tecnológicos. Aunque la mayoría de los colegios disponen de dispositivos básicos, su aprovechamiento depende en gran medida de la capacitación docente en competencias digitales, ya que un profesorado bien preparado repercute directamente en el desarrollo de habilidades tecnológicas en los estudiantes. Sin una formación adecuada, el potencial de la tecnología en la educación queda infrautilizado. Aquellos centros que implementan planes específicos de integración tecnológica logran un mejor rendimiento académico.

Junto con lo anterior, los estudios muestran que las habilidades digitales están fuertemente correlacionadas con el contexto socioeconómico. Aunque en España existe cierta desigualdad, el sistema educativo ha logrado reducir parcialmente el impacto de la situación económica en el aprendizaje digital. Todo lo anterior resalta la necesidad de promover un uso crítico y pedagógico de la tecnología tanto en el hogar como en el aula, con especial atención a los contextos socioeconómicos vulnerables y a los estudiantes inmigrantes, que siguen enfrentando mayores dificultades de acceso y uso educativo. Los gobiernos, las familias y los centros escolares deberían poner la atención en cómo se distribuyen y utilizan los recursos educativos y qué recursos son los que mejoran el aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- BouJaoude, S. & Faour, M. (2024). Curriculum: Topics, Instructional Time, and Use of Technology. *Education Scorecard in the Middle East*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72203-5_9
- Fraillon, J., Ainley, J., & Schulz, W. (2020). *Preparing for Life in a Digital Age: The IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International*

- Report. IEA. <https://www.iea.nl/publications/study-reports/international-reports-iea-studies/preparing-life-digital-world>
- Frailon, J. (Ed.) (2024). An International Perspective on Digital Literacy Results from ICILS 2023. IEA. <https://www.iea.nl/publications/icils-2023-international-report>
- Gorjón, L., & Osés, A. (2022). The Negative Impact of Information and Communication Technologies Overuse on Student Performance: Evidence from OECD Countries. *Journal of Educational Computing Research*, 61(4), 723-765. <https://doi.org/10.1177/07356331221133408>
- Mullis, I. V. S., von Davier, M., Foy, P., Fishbein, B., Reynolds, K. A., & Wry, E. (2023). PIRLS 2021 International Results in Reading. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.tr2103.kb5342>
- Nicoletti, C. y Rabe, B. (2012). The effect of school resources on test scores in England. Discussion Papers 12/19, Department of Economics, University of York. https://www.researchgate.net/publication/238597016_The_effect_of_school_resources_on_test_scores_in_England
- OECD. (2013). Education at a Glance 2013: OECD Indicators, Paris: OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2013_eag-2013-en
- OECD (2015). Students, computers and learning: making the connection. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- OECD. (2016). PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools, PISA, Paris: OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-ii_9789264267510-en
- Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2017). Perceived Quality of Educational Technology Matters: A Secondary Analysis of Students' ICT Use, ICT-Related Attitudes, and PISA 2012 Test Scores. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1070-1091. <https://doi.org/10.1177/0735633116649373>
- Pettersson, F. (2021). Understanding digitalization and educational change in school by means of activity theory and the levels of learning concept. *Education and Information Technologies*, 26, 187-204. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10239-8>
- Veselkova, Marcela (2024). The Effect of Computer Availability on Student Achievement in Slovakia: Evidence from TIMSS and PIRLS. *European Education*, 56(2), 155-178. <https://doi.org/10.1080/10564934.2024.2394401>
- von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). TIMSS 2023 International Results in Mathematics and Science. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.rs6460>

- Wey, Y., Rodney, A.C. y Roberts, L.W. (2012). School Resources and the Academic Achievement of Canadian Students. *Alberta Journal of Educational Researcher*, 57(4), 460-478.
<https://journalhosting.ucalgary.ca/index.php/ajer/article/view/55529/42506>
- Zhang, D., & Liu, L. (2019). How Does ICT Use Matter for Student Performance? Evidence from PISA 2015. *Computers & Education*, 141, 103598.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: TRANSFORMANDO LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN

Agustín Lagunes Domínguez, Universidad Veracruzana
Joaquín Paredes Labra, Universidad Autónoma de Madrid

1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN

1.1. Introducción a la Inteligencia Artificial

Es innegable que la Inteligencia Artificial (IA) ha generado una revolución, la cual no solo ha sido tecnológica sino también educativa, empresarial, económica y en todos los ámbitos de la sociedad. Aunque no es una tecnología nueva, su avance ha sido muy vertiginoso, todo gracias a tecnologías como Big Data, Blockchain, internet de las cosas, redes neuronales, robótica y realidad virtual (Pérez-Ugena, 2024).

Es complicado tener una sola definición de lo que es la IA, ya que hay autores que la consideran una ciencia (Raj, 2024), otros autores indican que es un campo multidisciplinario (Karmakar et al., 2024) en contraposición autores indican que solo es un campo de la informática (Chaudhary et al., 2024; Triantafyllou, 2024), otros la consideran como una tecnología (Göde & Kalkan, 2023; Shrivastava et al., 2024), y en contra otros autores indican que son varias tecnologías (Saini et al., 2024). Por otro lado, algunos autores son más generales, solo indican que es una innovación tecnológica moderna (Tauber & Vasile, 2024). En resumen, definir la IA es una tarea en la cual no todos los lectores estarán de acuerdo.

Por lo anterior se decidió que fuera precisamente la IA quien dirá su propia definición de sí misma, indicando que la IA es un campo multidisciplinario que se centra en la creación de sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas pueden incluir el razonamiento, aprendizaje, percepción y la comprensión del lenguaje natural y la toma de decisiones (Perplexity, 2025).

La misma IA se considera una Ciencia porque indica que es una rama de la informática que desarrolla algoritmos y modelos que simulan procesos cognitivos humanos, concordando con Raj (2024), por lo de Ciencia y con los autores Chaudhary et al. (2024) y Triantafyllou (2024) por considerarla un campo de la informática.

Perplexity (2025) también indica que la IA debe ser vista como la unión de varias tecnologías, ya que utiliza Big Data, Computación en la nube y sobre todo algoritmos avanzados, lo cual concuerda con los autores Pérez-Ugena (2024) y Saini et al. (2024).

En conclusión, en cuanto a la definición de la IA, es un campo muy amplio que abarca aspectos científicos y también aspectos tecnológicos, del que resultan, tal y como plantea la RAE, “operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico”.

1.2. IA en Educación

Diversos autores coinciden que la IA ha revolucionado la educación, principalmente la educación a distancia y en aprendizajes personalizados (Mohd-Amin et al., 2025), otros autores estudian como se ha mejorado el aprendizaje con el uso de dicha tecnología y su impacto (Chiu, 2024; Tlili et al., 2025) y otros más indican que los beneficios en la educación son porque las empresas dedicadas a desarrollos educativos han mejorado con el uso de realidad virtual y la realidad aumentada para construir entornos de aprendizaje inmersivo (Almeman et al., 2025).

Por otro lado, hay investigaciones que se enfocan a los profesores, su formación docente (Sperling et al., 2024) y cómo ellos utilizan la IA con sus estudiantes (Tan et al., 2025) y otros estudios están enfocados a examinar la integración de esta tecnología en cursos específicos en algunas universidades (Ferk-Savec & Jedrinović, 2025).

Algunos autores (Lagunes-Dominguez, 2024) mencionan al menos seis beneficios de la IA en la enseñanza, los cuales son los siguientes: *Personalización del aprendizaje, Retroalimentación inmediata, Automatización de tareas administrativas, Análisis de datos para mejorar el rendimiento, Acceso a recursos educativos avanzados y Aprendizaje Adaptativo.*

En relación con la Personalización del aprendizaje conviene saber que, como es sabido, los estudiantes no aprenden al mismo ritmo, no todos los estudiantes llegan con el mismo nivel a la universidad y aunado a esto, los estudiantes tienen diversos estilos de aprendizaje. Por este motivo, la IA permite adaptar el contenido, el ritmo de avance y el estilo de aprendizaje para un mejor éxito en el proceso enseñanza – aprendizaje.

Por lo que respecta a la Retroalimentación inmediata, con herramientas de IA se pueden crear Chatbot los cuales se alimentan de una base de datos y pueden dar respuesta a los estudiantes de manera inmediata. Esta respuesta a sus preguntas puede ser mediante texto o mediante voz. Otra opción es crear espacios en Perplexity y compartir el vínculo a los estudiantes y una adicional es crear un ChatGPT y también compartirlo a los estudiantes. Por desgracia, para crear Chatbot y ChatGPTs, el profesor tendría que pagar mensualmente la herramienta correspondiente.

En relación con la Automatización de tareas administrativas, hay diversas tareas administrativas que realiza el profesor y que le disminuyen el tiempo que tiene para preparar sus clases, dichas tareas se pueden automatizar con el uso de la IA, por ejemplo, calificar y retroalimentar actividades y calificar exámenes, entre otras.

En referencia al Análisis de datos para mejorar el rendimiento, aunque las plataformas educativas ya muestran los resultados, calificaciones y dan seguimiento a los estudiantes, la IA ha mejorado esta actividad, ya que soluciones basadas en IA analizan grandes cantidades de datos, analizan patrones de rendimiento de los estudiantes y predicen posibles problemas que tendrán los estudiantes.

A propósito del Acceso a recursos educativos avanzados, con el uso de la IA los profesores y estudiantes pueden tener acceso a recursos educativos muy específicos, como los son simuladores, tutoriales y entornos virtuales de aprendizaje, aprovechando la realidad aumentada y la realidad virtual.

Para terminar, sobre el Aprendizaje Adaptativo, cabe decir que este beneficio se combina con el primero, la IA ayuda a que el aprendizaje sea adaptativo, esto es, que se adapte a las necesidades del estudiante, y que potencialice el aprendizaje del estudiante de acuerdo con su ritmo.

En resumen, la IA proporciona muchos beneficios a la educación y estos se aprovecharán mejor en la medida que los profesores la vayan implementando y los estudiantes se vayan apropiando de esta tecnología para su aprendizaje.

1.3. IA en la programación

Como ya se ha mencionado, la IA ha revolucionado diversas áreas incluyendo la educación, y si se habla de actividades sistemáticas como programar entonces se puede hacer desde una herramienta de IA generativa, aquella que puede generar contenido original a partir de preguntas formuladas como comandos y datos almacenados previamente.

Si un estudiante cursa una asignatura en donde deba programar en Java, entonces le pide a la IA que le realice el programa, por ejemplo, *ChatGTP*® cuando le solicita un código, además de generarlo, se le puede solicitar que comente cada línea, con ello se sabrá lo que está haciendo. Posterior a generar el código, la misma herramienta indica que puede refactorizar el código, que puede traducirlo a Python y comprobar errores. En otras palabras, *ChatGTP*® permite escribir el código, explicarlo, encontrar errores, mejorarlo y, de ser necesario, traducirlo a cualquier otro lenguaje.

En caso de usar *Perplexity*® para generar código, la explicación de este no solo la indica con una línea de comentario, sino que genera un apartado adicional donde explica detalladamente cada línea del código. Adicional a ello, explica cómo guardar el código, cómo compilarlo y cómo ejecutarlo, esto es, no se necesita ser programador o experto para codificar, compilar y ejecutar el código.

De este ejemplo se deben concluir tres aspectos, el primero, *ChatGTP*® y *Perplexity*® son herramientas de IA generativa, no son herramientas desarrolladas exclusivamente para programación y, aun así, generan, corrigen y mejoran el código en diversos lenguajes de programación.

En el caso de *ChatGTP*® aunque se ha dicho que es de propósito general, genera código para los siguientes lenguajes (*ChatGPT*, 2025): para uso general,

para desarrollo Web, para Bases de Datos, de scripting y automatización, para análisis de datos, IA y matemáticas, para sistemas embebidos y hardware y para videojuegos.

Lenguajes de uso general: C, C++, C#, Java, Python, JavaScript, TypeScript, Go, Rust, Swift, Kotlin, Ruby y PHP.

Lenguajes para desarrollo Web: HTML, CSS, JavaScript, TypeScript, PHP y ASP.NET.

Lenguajes para Bases de Datos: SQL que funciona para MySQL, PostgreSQL, SQL Server, SQLite y otros. NoSQL para MongoDB, Firebase y otros.

Lenguajes de scripting y automatización: Python, Bash, Power Shell y Perl.

Lenguaje para análisis de datos, IA y matemáticas: R, MatLab y Julia.

Lenguajes para sistemas embebidos y hardware: Assembly para x86, ARM y otros. VHDL y Verilog para FPGA y diseño de hardware. Arduino para C y C++ para microcontroladores.

Lenguajes para videojuegos: C++, C#, GDScript y LUA.

Como se puede apreciar, solo con *ChatGTP®* se puede generar código de propósito general, para desarrollo web, para bases de datos, para sistemas embebidos y hardware, así como para videojuegos. Esto sería suficiente para una persona o estudiante que desee programar para fines recreativos o para las actividades solicitadas en clase.

En el siguiente apartado se analizan herramientas y plataformas que tienen como propósito generar código, esto es, diseñadas para este objetivo.

2. HERRAMIENTAS Y PLATAFORMAS

En cuanto a herramientas para programar o, dicho en otras palabras, para generar código, existe diversas herramientas, algunas de ellas son de propósito general y otras de propósito específico. Las primeras son aquellas herramientas que son creadas para otros fines pero que dentro de sus funciones pueden generar código. Las segundas, son aquellas que su principal objetivo es generar código.

A continuación, se hace una lista de las herramientas con una pequeña explicación y su sitio web.

2.1 Herramientas de propósito general

En las siguientes líneas se explican las tres principales herramientas que se consideran de propósito general, *ChatGTP®*, *Google Gemini®* y *Perplexity®*.

ChatGPT® Como es conocido por la mayoría, la herramienta ChatGPT fue desarrollado por OpenAI y la forma en la que funciona es como un chatbot con el cual se platica, se le hacen preguntas y esta herramienta contesta de acuerdo con sus modelos de lenguajes incorporados, los cuales son GPT-3.5 y GPT-4.

ChatGT es de propósito general que es aplicado en muchas áreas, desde la educación, las finanzas, los negocios y desde luego, algunas personas las utilizan para generar código.

En el apartado anterior se puso como ejemplo y se mostraron los lenguajes de programación en los que puede generar código.

Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio <https://chatgpt.com/>

Google Gemini®

Por otro lado, se tiene a Gemini, como su nombre lo indica fue desarrollado por Google y tiene la ventaja de estar integrado a todas las herramientas de dicha empresa. Por lo anterior, se puede decir que es multimodal ya que procesa diversos tipos de información como texto, audio, video e imágenes entre otros.

Los modelos con los que trabaja esta herramienta son Gemini Nano, Gemini Pro y Gemini Ultra, el primero fue creado para dispositivos móviles y puede funcionar sin acceso a internet, el segundo fue creado con el objetivo de hacer preguntas en lenguaje natural y el tercero es el más potente de todos.

Gemini genera código en aproximadamente 20 lenguajes de programación, entre ellos C++, Java, JavaScript, PHP Python y SQL. Una ventaja es que se puede exportar a Replit para poder probar dicho código.

Se puede visitar el sitio web en <https://gemini.google.com/>

Perplexity®

Esta herramienta, al igual que las anteriores, funciona mediante preguntas en lenguaje natural, se le hacen preguntas y va contestando de acuerdo con lo solicitado.

Una característica importante es que busca en internet y eso garantiza que la información que proporciona esta actualizada, otra ventaja es que muestra las fuentes de donde tomó la información, dichas fuentes pueden ser sitios web, redes sociales, foros, artículos de noticias, mapas, blogs y hasta en revistas académicas y trabajos de investigación.

Perplexity genera código en los siguientes lenguajes de programación: C++, Java, JavaScript y Python, entre otros.

Para visitar y explorar el sitio se puede ingresar en <https://www.perplexity.ai/>

En el siguiente apartado se analizan herramientas que fueron creadas para el desarrollo de software.

2.2 Herramientas de propósito específico

En este apartado se muestran las 10 herramientas principales que generan código.

GitHub Copilot® La herramienta GitHub Copilot® fue desarrollada por GitHub y OpenAI. Se trata de un asistente de codificación basado en IA.

GitHub Copilot® es una herramienta de propósito específico. Es altamente popular entre desarrolladores de todo el mundo. Se utiliza para generar código en diversos lenguajes de programación, los cuales son más de veinte, incluyendo Python, JavaScript, TypeScript, Ruby, Go, C++.

Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio <http://github.com/features/Copilot>

Amazon CodeWhisperer® Tal y como su nombre indica, fue desarrollado por Amazon Web Services. Se trata de un asistente de codificación desarrollado por AWS que genera código y detecta vulnerabilidades.

Se trata de un asistente ideal para proyectos vinculados a la nube y AWS.

Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [Amazon CodeWhisperer](#).

Codiga® Esta herramienta permite el análisis estático en tiempo real. Detecta errores y vulnerabilidades mientras escribes código. Trabaja con más de 15 lenguajes, tales como JavaScript, Python, Java, C++, TypeScript, PHP, Ruby y Kotlin.

Codiga® es una herramienta popular para equipos de programación que buscan mejorar la calidad del código, con revisiones automáticas y recomendaciones de seguridad.

Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [Codiga](#).

CodeT5® Esta herramienta está especializada en generación y traducción de código entre múltiples lenguajes. Da soporte a varios lenguajes populares, como Python y JavaScript

CodeT5® es excelente para proyectos multilingües y documentación automatizada. Es un modelo de IA basado en Transformers, optimizado para generación y finalización de código.

- Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [CodeT5](#)
- Replit GhostWriter®** Se trata de un asistente integrado en el IDE (entorno de desarrollo integrado) Replit, un editor, compilador, intérprete y REPL en línea, que codifica, compila, ejecuta y aloja más de 50 lenguajes de programación. Ofrece autocompletado y depuración de código. Los principales lenguajes soportados son Python, JavaScript, Java, C++, Ruby, HTML y CSS.
- Tiene un rango muy variado de usuarios, desde por desarrolladores web a simples principiantes.
- Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [Replit GhostWriter](#).
- Tabnine®** Es una herramienta de autocompletado basada en IA que mejora la productividad al sugerir líneas completas de código. Puede trabajar con más de 20 lenguajes, tales como Python, JavaScript, Java, PHP y C++.
- Una herramienta de esta naturaleza ofrece eficiencia a los desarrolladores en sus proyectos.
- Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [Tabnine](#)
- MutableAI®** Esta herramienta ayuda con la refactorización automática del código (quita el código que no arregla errores ni añade funcionalidad) y con la optimización estructural para reducir deuda técnica (detecta errores).
- En ese sentido, es una herramienta ideal para proyectos complejos que requieren mejoras continuas en el código. Los lenguajes principales con los que trabaja son Python, JavaScript y TypeScript.
- Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio [mutable.ai](#)
- Blackbox®** Convierte preguntas en fragmentos de código y analiza imágenes para generar código automáticamente. Entre los lenguajes que soporta, hay que decir que es multilingüe con soporte amplio (Python, JavaScript y más).
- Se trata de una herramienta popular entre desarrolladores con gran creatividad y que necesitan soluciones rápidas.

DeepCode®	<p>Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio blackbox.ai</p> <p>Detecta errores críticos y vulnerabilidades mediante análisis profundo del código fuente. Es compatible con más de 10 lenguajes, tales como Python, JavaScript y Java.</p> <p>Esta herramienta es utilizada principalmente en seguridad del software, habitualmente para ayudarle a permanecer funcional (o resistente) a los ataques maliciosos.</p>
Sourcegraph Cody®	<p>Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio Snyk DeepCode.</p> <p>Es un asistente basado en IA para buscar patrones complejos en grandes bases de código y generar soluciones específicas. Es compatible con múltiples lenguajes populares como Go, Python y TypeScript.</p> <p>Es ideal para equipos trabajando con grandes repositorios.</p> <p>Si se desea explorar esta herramienta puede visitar el sitio Sourcegraph Cody.</p>

3. DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Es necesario indicar que existen diversas organizaciones (Institute for Ethical AI in Education, 2020; UNESCO, 2021, 2024; UNICEF, 2021; World Economic Forum, 2019) que se preocupan por el uso de la IA en la educación, tanto por los niños como por los estudiantes universitarios y estos organismos han generado una serie de documentos que pretenden normar su uso. En este apartado se abordan los desafíos y consideraciones éticas desde el punto de vista de algunos autores (Adams et al., 2023; Karpouzis, 2024; Nguyen et al., 2023; Slimi & Villarejo-Carballido, 2023; Soria-Galvaró, 2023), en lo que hace referencia a la educación superior.

Se cuestiona hasta dónde se puede trabajar con la IA y qué parte debe realizar el estudiante. Ambos temas son muy complejos y requieren un análisis muy profundo. Aunque es probable que el recurso de la depuración, practicada por el ingenio y los conocimientos de los estudiantes, nunca deje de tener importancia, particularmente en la formación básica de programadores, cabe la posibilidad de que en cursos avanzados habrá durante un tiempo un debate sobre el balance que se ha de establecer entre el tipo de competencias que se quieren implementar entre los estudiantes y los dispositivos tecnológicos del momento. En este debate se va a recurrir a lo que pasó en la formación de ingenieros en la década de los ochenta del pasado siglo, con la calculadora digital, con funciones matemáticas incorporadas. Tradicionalmente se apostó por el uso del denominado “pascalina”, una calculadora mecánica, hasta que se impuso progresivamente la calculadora, sin variar sustantivamente los objetivos de la formación.

A continuación, se mencionan cinco desafíos que destacan los autores:

- 1) La IA desde los derechos humanos, aspectos jurídicos y legales (López, 2023; Muñoz-De-Luna & Martin-Gomez, 2024; Valls-Prieto, 2021).
- 2) La IA como un factor de desplazamiento humano, esto es, puede remplazar al profesor (Slimi & Villarejo-Carballido, 2023; Tien & Chen, 2024).
- 3) La IA se debe usar de manera responsable y justa para maximizar los beneficios y reducir los riesgos (Muñoz-De-Luna & Martin-Gomez, 2024; Sirghi et al., 2024; Slimi & Villarejo-Carballido, 2023).
- 4) Efectividad del proceso enseñanza – aprendizaje con el uso de la IA (Carrion-Salinas & Andrade-Vargas, 2024; Karpouzis, 2024; Muñoz-De-Luna & Martin-Gomez, 2024).
- 5) Políticas claras del uso de la IA en las Universidades (Muñoz-De-Luna & Martin-Gomez, 2024; UNESCO, 2024).

4. CONCLUSIONES

Como conclusiones se pueden señalar las siguientes:

- 1) Existe un sinnúmero de herramientas de IA que generan código y pueden hacerlo casi para cualquier lenguaje de programación.
- 2) Se debe concientizar a los estudiantes de la nueva forma de aprender, la nueva forma de programar y continuar con el desarrollo de su razonamiento lógico a pesar de la generación del código por parte de las herramientas IA.
- 3) La IA ha transformado la enseñanza y el aprendizaje de la programación, por ello, las universidades deben establecer políticas claras para su uso, las cuales deben considerar la ética, los derechos de autor y a la IA como un autor citable.
- 4) Las universidades deben elaborar nuevos modelos educativos para garantizar la efectividad de la IA en el proceso enseñanza-aprendizaje.
- 5) Se debe capacitar a los profesores en cuanto a su nuevo papel de facilitador, en el uso de la IA y del nuevo modelo educativo para que no sean desplazados.

En conclusión, el uso de la IA en la educación y particularmente en la programación en las universidades, es un reto para la institución, para los profesores y también para los estudiantes. Todos deben trabajar en concordancia para lograr el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el uso de la IA.

5. NOTA SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para este trabajo solo se utilizó Perplexity, y se le planteó la pregunta de qué es la IA, si era una ciencia, una tecnología o una combinación de tecnologías, como indicaban algunos autores.

Todo el texto ha sido redactado por los autores de acuerdo con las lecturas de las fuentes consultadas.

REFERENCIAS

- Adams, C., Pente, P., Lerner, G., & Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100131. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100131>
- Almaman, K., El-Ayeb, F., Berrima, M., Issaoui, B., & Morsy, H. (2025). The integration of AI and Metaverse in education: A systematic literature review. *Applied Sciences*, 15(2), 863. <https://doi.org/10.3390/app15020863>
- Carrion-Salinas, G., & Andrade-Vargas, L. (2024). Los desafíos de la inteligencia artificial en la educación en un mundo tecnologizado. *European Public & Social Innovation Review*, 1–15.
- ChatGPT. (2025). Lenguajes de programación en ChatGPT. <https://chatgpt.com/>
- Chaudhary, J., Parmar, N., & Mehta, A. (2024). Artificial intelligence and expert systems. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 4(4), 535–546. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-15988>
- Chiu, T. K. F. (2024). Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100197. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>
- Ferk-Savec, V., & Jedrinović, S. (2025). The role of AI implementation in higher education in achieving the sustainable development goals: A case study from Slovenia. *Sustainability*, 17(1), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su17010183>
- Göde, A., & Kalkan, A. (2023). What is artificial intelligence? In *Research on Mathematics and Science* (Vol. 32, Issue 3, pp. 23–36). <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>
- Institute for Ethical AI in Education. (2020). The ethical framework for AI in education (pp. 1–15). <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2021/03/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Education-The-Ethical-Framework-for-AI-in-Education.pdf>
- Karmakar, P., Sinha, S., & Pal, D. (2024). Artificial intelligence. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 4(2), 79–87. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-19613>

- Karpouzis, K. (2024). Artificial intelligence in education: Ethical considerations and insights from ancient Greek philosophy. *SETN*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3688671.3688772>
- Lagunes-Domínguez, A. (2024). Inteligencia artificial en la educación. X Seminario Internacional de Innovación e Investigación en Ingeniería de Software SEIIS, 1–28. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16464.11526>
- López, D. M. (2023). Retos de la inteligencia artificial y sus posibles soluciones desde la perspectiva de un editorialista humano. *Biomédica*, 43(3), 309–314. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7242>
- Mohd-Amin, M. R., Ismail, I., & Sivakumaran, V. M. (2025). Revolutionizing education with artificial intelligence (AI)? Challenges, and implications for open and distance learning (ODL). *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101308. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101308>
- Muñoz-De-Luna, A. B., & Martin-Gomez, S. (2024). Advances and challenges of artificial intelligence in the university context: An empirical study. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(13). <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i13.8388>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221–4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Pérez-Ugena, M. (2024). Artificial intelligence: Definition, regulation, and risks to fundamental rights. *Estudios de Deusto*, 72(1), 307–337. <https://doi.org/10.18543/ed.3108>
- Perplexity. (2025). Definición de inteligencia artificial. <https://www.perplexity.ai/>
- Raj, A. (2024). Artificial intelligence. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 12(11), 1–23. <https://www.ijraset.com/best-journal/artificial-intelligence>
- Saini, A., Gupta, A., Joshi, A., & Mahajan, A. (2024). Artificial intelligence – Its evolution, future, and growing importance in different fields. *Futuristic Trends in Artificial Intelligence*, 3(2), 174–185. <https://doi.org/10.58532/v3bdai2p2ch10>
- Shrivastava, A., Pandey, A., Singh, N., Srivastava, S., & Srivastava, M. (2024). Artificial intelligence (AI): Evolution, methodologies, and applications. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 12(4). <https://www.ijraset.com/best-journal/artificial-intelligence-ai-evolution-methodologies-and-applications>
- Sirghi, N., Voicu, M. C., Noja, G. G., & Socoliuc, O. R. (2024). Challenges of artificial intelligence on the learning process in higher education. *Amfiteatru Economic*, 26(65), 53–70. <https://doi.org/10.24818/EA/2024/65/53>

- Slimi, Z., & Villarejo-Carballido, B. (2023). Navigating the ethical challenges of artificial intelligence in higher education: An analysis of seven global AI ethics policies. *TEM Journal*, 12(2), 590–602. <https://doi.org/10.18421/TEM122-02>
- Soria-Gálvaro, M. L. A. (2023). Enfrentando los retos de la inteligencia artificial: Ética, transparencia y futuro. *Gaceta Médica Boliviana*, 46(2), 5–6.
- Sperling, K., Stenberg, C.-J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 6, 100169. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100169>
- Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>
- Tauber, G.-V., & Vasile, S.-A. (2024). A challenge of the 21st century. *Proceedings of the International Conference on Cybersecurity and Cybercrime*, XI. <https://proceedings.cybercon.ro/index.php/ic3/article/view/2024-10/139>
- Tien, Y.-T., & Chen, R. (2024). Challenges of artificial intelligence in design education. In *IC4E* (pp. 123–126). <https://doi.org/10.1145/3670013.3670044>
- Tlili, A., Saqer, K., Salha, S., & Huang, R. (2025). Investigating the effect of artificial intelligence in education (AIEd) on learning achievement: A meta-analysis and research synthesis. *Information Development*. <https://doi.org/10.1177/02666669241304407>
- Triantafyllou, S. (2024). Artificial intelligence: An overview. In *Preprint.org* (pp. 1–11). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5925-9_1
- UNESCO. (2021). AI and education: Guidance for policymakers. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
- UNESCO. (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000389227
- UNICEF. (2021). Policy guidance on AI for children 2.0. https://www.unicef.org/innocenti/media/1351/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021_ES.pdf
- Valls-Prieto, J. (2021). *Inteligencia artificial, derechos humanos y bienes jurídicos*. Thomson Reuters Aranzadi.
- World Economic Forum. (2019). *Generation AI: Establishing global standards for children and AI – Project workshop report*, June. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Generation_AI_May_2019_Workshop_Report.pdf

TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA CONSTRUIR UNA CIUDADANÍA DIGITAL RESPONSABLE

María del Mar Román García, UNED

Francisco José Montiel Ruiz, UAM

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de ciudadanía digital ha ido ganando relevancia en la última década, especialmente en el campo de la educación, donde se convierte en un objetivo transversal y a la vez una herramienta para preparar a los sujetos para desenvolverse en sociedades complejas, interconectadas y digitalizadas. Frente a concepciones que reducen esta idea al cumplimiento de normas o al uso correcto de tecnologías, se impone una comprensión más amplia que incorpora dimensiones éticas, críticas, participativas y transformadoras.

Por su parte, las tecnologías emergentes están redefiniendo los escenarios de socialización, aprendizaje, participación y activismo digital. Herramientas como la inteligencia artificial, la robótica educativa, la realidad aumentada o incluso la computación física, usada en experiencias de aprendizaje experimentales, no solo modifican las metodologías de enseñanza, sino que también condicionan la forma en que las personas se relacionan con el conocimiento, con las instituciones y entre sí.

En este sentido, ciudadanía digital y tecnologías emergentes no pueden pensarse como ámbitos aislados, sino como realidades que se influyen mutuamente: no hay ciudadanía digital crítica posible si no comprendemos el papel que juegan las tecnologías en la estructura social y en la mediación de los derechos y deberes cívicos.

Este capítulo se propone reflexionar sobre esta relación, analizando cómo la integración de tecnologías emergentes en la enseñanza elemental puede contribuir a la construcción de una ciudadanía digital responsable. Para ello, se parte de una revisión conceptual del término, se abordan sus dimensiones críticas y se analiza su relación con las alfabetizaciones necesarias para desenvolverse en entornos digitales complejos, proponiendo estrategias educativas desde un enfoque transformador.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Ciudadanía digital

2.1.1 Cambio en la concepción de la ciudadanía en la era digital

A lo largo de las últimas décadas, especialmente desde las ciencias sociales y la filosofía política, el concepto de ciudadanía ha sido ampliamente abordado y revisado. Referentes clásicos como Platón, Aristóteles o Séneca ya discutían en torno a su significado, enfrentando posturas centradas en la virtud frente a aquellas que priorizaban el placer. Con el tiempo, estas concepciones dieron paso a enfoques más contemporáneos, entre los que destacan tres grandes modelos: el liberal, el republicano y el comunitarista (Román, 2019).

Fue en 1950 cuando Marshall realizó una de las primeras sistematizaciones del concepto de ciudadanía, al distinguir entre sus dimensiones civil, política y social, superando así las concepciones previas heredadas del derecho romano, centradas en el estatus legal y la pertenencia al Estado (Horrach, 2009). Desde entonces, el término ha seguido evolucionando de forma constante y ha sido objeto de múltiples reinterpretaciones. En la actualidad, la ciudadanía se concibe desde perspectivas muy diversas, liberal, republicana, comunitarista, global, cosmopolita o digital, todo dependiendo de los marcos teóricos desde los que se analice. Esta diversidad de enfoques refleja tanto la complejidad del concepto como su capacidad para adaptarse a nuevos contextos sociales, políticos y tecnológicos.

Como señala Cobo (2016), la noción de ciudadanía ha sido profundamente transformada en las últimas décadas como consecuencia de los procesos de globalización y de la acelerada evolución tecnológica. Esta transformación ha generado tensiones entre lo social y lo técnico, dando lugar a lo que Serrano et al. (2017), describen como una ciudadanía digital que transita entre dos planos que no siempre convergen: el de la interacción social y el del desarrollo tecnológico.

Esta ampliación del marco conceptual ha permitido que el término ciudadanía adquiriera un carácter más transnacional y que emerjan propuestas orientadas hacia una ciudadanía más inclusiva y global (Cortina, 2005). En este contexto, el entorno digital se presenta como un nuevo espacio para la expresión de derechos y deberes cívicos. Robles (2009) define a los ciudadanos digitales como aquellos que ejercen parcial o plenamente su ciudadanía a través de comunidades virtuales, si bien es importante señalar que también se manifiestan formas individuales de ciudadanía digital que no dependen necesariamente de la pertenencia a una comunidad en línea.

La ciudadanía digital, por tanto, no puede ser comprendida únicamente como una serie de competencias técnicas o de normas de conducta, sino que debe ser abordada desde una perspectiva holística que considere aspectos éticos, políticos, culturales y comunicativos. En este sentido, el trabajo de Choi et al. (2017) resulta especialmente relevante, ya que ofrece una aproximación ecológica que articula

distintas dimensiones interrelacionadas del concepto. En la misma línea, Jæger (2021) señala que la ciudadanía digital ha sido objeto de múltiples interpretaciones académicas, agrupables en distintas corrientes que enfatizan aspectos como la competencia digital, la participación política, la dimensión social o la identidad en red, lo que evidencia la riqueza y también la fragmentación del concepto.

2.1.2 Definiciones clave y modelos de ciudadanía digital.

A lo largo de los últimos años, el concepto de ciudadanía digital ha sido objeto de múltiples aproximaciones, especialmente en el ámbito educativo, donde su tratamiento ha oscilado entre posiciones claramente instrumentales y propuestas de mayor calado crítico. Una de las definiciones más citadas es la aportada por Ribble et al. (2004), quienes entienden la ciudadanía digital como “las normas de comportamiento apropiado y responsable con respecto al uso de la tecnología” (p. 7), haciendo énfasis en la regulación del uso individual de las herramientas digitales.

Sin embargo, algunas voces críticas han señalado que este enfoque resulta limitado, al centrarse exclusivamente en el cumplimiento de ciertas reglas, sin considerar los aspectos sociales, políticos o estructurales que atraviesan el uso de las tecnologías. Desde esta posición, se ha hecho necesario incorporar a la discusión elementos relacionados con la participación activa, la ética digital y el pensamiento crítico. Así, Cortesi et al. (2020) subrayan que, aunque no exista consenso en torno a una definición única, el término ha ganado peso a nivel global por su utilidad para abordar los desafíos educativos derivados del entorno digital contemporáneo. Para estos autores, la ciudadanía digital implica la capacidad de interactuar con la información y con otros usuarios de manera crítica, responsable y segura, desde una conciencia clara de los propios derechos y responsabilidades.

Esta misma tensión entre lo normativo y lo participativo se refleja en el trabajo de Chen et al. (2021), quienes identifican dos grandes corrientes en la literatura académica: una centrada en el comportamiento responsable frente a las tecnologías, y otra más orientada a la participación plena del individuo en la sociedad digital. Esta última conecta con la definición ofrecida por Mossberger et al. (2007), que aboga por una comprensión más amplia del concepto. Del mismo modo, Hobbs y Jensen (2009) subrayan la necesidad de dotar a las personas — niños, jóvenes y adultos— de las competencias necesarias para desenvolverse en un entorno donde los límites entre lo público y lo privado, lo individual y lo colectivo, se desdibujan constantemente.

La propuesta de la UNESCO (2015) recoge muchas de estas dimensiones, al entender la ciudadanía digital como un conjunto de competencias que permiten acceder, comprender, evaluar, crear y compartir información de manera crítica, ética y eficaz, en actividades tanto personales como sociales. Tal y como recoge Cobo (2016), esta definición sitúa al sujeto en tres roles distintos: receptor, participante y actor, lo que evidencia la complejidad formativa que implica educar para una ciudadanía digital crítica.

Desde una perspectiva aún más comprometida, Emejulu y McGregor (2019) proponen el concepto de ciudadanía digital radical, entendida como una praxis colectiva orientada a analizar críticamente las implicaciones políticas, económicas y sociales de las tecnologías en la vida cotidiana. Lejos de limitarse a una alfabetización técnica o al cumplimiento de normas de conducta, esta visión denuncia cómo buena parte de los discursos dominantes invisibilizan las dinámicas de poder y exclusión que atraviesan el uso de las tecnologías digitales. Para estas autoras, el ejercicio pleno de la ciudadanía digital requiere la capacidad de imaginar y construir alternativas tecnológicas emancipadoras, lo que representa, sin duda, uno de los mayores desafíos para las instituciones educativas.

2.1.3 Ciudadanía digital: categorías para su análisis educativo y social

La ciudadanía digital no puede entenderse desde una única definición, ya que ha sido abordada desde múltiples perspectivas que responden a distintos enfoques, disciplinas y contextos. En este entramado de propuestas, resulta especialmente relevante identificar aquellas que permiten no solo delimitar el concepto, sino aplicarlo y analizarlo desde una perspectiva educativa. En esta línea, la categorización desarrollada por Choi (2016) supone una aportación especialmente valiosa, ya que organiza la ciudadanía digital en torno a dimensiones clave que permiten adoptar una mirada crítica, participativa y transformadora del entorno digital, facilitando además su incorporación tanto a la práctica docente como a la investigación.

Frente a la tradicional propuesta de Ribble, que establece nueve dimensiones centradas en el comportamiento apropiado y responsable en entornos digitales — entre las que se incluyen el acceso, la comunicación, la alfabetización, la etiqueta o la seguridad digital (Chen et al., 2021)—, comienzan a surgir propuestas más orientadas a la comprensión crítica de la ciudadanía digital y su aplicación educativa.

En este sentido, el análisis realizado por Choi (2016) permite avanzar hacia una comprensión más profunda del concepto, identificando cuatro grandes categorías que se configuran como pilares esenciales para el estudio e implementación de la ciudadanía digital desde una perspectiva pedagógica y transformadora:

- Ética digital, entendida como el conjunto de conductas adecuadas y responsables que deben guiar el comportamiento en la red.
- Conocimientos básicos sobre los medios de comunicación e información, que incluyen la alfabetización digital, la capacidad para evaluar fuentes y la construcción crítica del conocimiento.
- Participación y compromiso cívico, con implicaciones tanto políticas como económicas, sociales y culturales, ya sea a escala local o global.

- Resistencia crítica, concebida como la capacidad de cuestionar, transformar y promover la justicia social a través del uso consciente de las tecnologías digitales.

Estas categorías no solo permiten delimitar el concepto de ciudadanía digital, sino que abren nuevas posibilidades para su investigación y desarrollo curricular. El trabajo posterior de Choi et al. (2017) resulta especialmente relevante en este campo, ya que a partir de estas dimensiones diseñan la Digital Citizenship Scale (DCS), una escala empírica construida a partir de tres marcos teóricos complementarios:

- El enfoque crítico de Feenberg (1991), que sostiene que los individuos pueden y deben reorientar las trayectorias que la tecnología les ofrece.
- La teoría de la sociedad en red de Castells (1996), que muestra cómo los flujos de información son utilizados para consolidar relaciones de poder.
- El paradigma del código abierto como modelo de construcción del conocimiento y de aprendizaje colectivo (Glassman y Kang, 2016).

El proceso de validación de esta escala permitió identificar cinco factores clave en la configuración de la ciudadanía digital: el activismo político en red, las habilidades técnicas, la conciencia global y local, la agencia de redes (relacionada con la alfabetización mediática e informacional) y la perspectiva crítica. Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es la identificación de una progresión ascendente en las condiciones necesarias para desarrollar una ciudadanía digital avanzada. Para los autores, la participación política y el compromiso con el cambio social constituyen los niveles más complejos, situando así la ciudadanía digital en una dimensión superior a la mera acción cívica tradicional.

En este sentido, la propuesta de Choi conecta de manera directa con la noción de resistencia crítica desarrollada por autoras como Emejulu y McGregor (2019), quienes advierten sobre la necesidad de formar ciudadanos capaces de cuestionar las estructuras de poder presentes en el entorno digital. Desde esta mirada, la ciudadanía digital debe entenderse como una práctica transformadora, que no se limita a la participación, sino que promueve el pensamiento crítico, la justicia social y la apropiación consciente de la tecnología como herramienta de emancipación.

2.2 Tecnologías emergentes y su papel en la ciudadanía digital

2.2.1 Concepto de tecnologías emergentes

Para realizar esta conceptualización, se ha seguido la información del estudio de Prendes-Espinosa y Cerdán (2021), que analiza el impacto y la evolución de las tecnologías emergentes. Estas tecnologías representan innovaciones en desarrollo con un alto potencial transformador en la educación, la economía y la sociedad. Su carácter emergente está vinculado al tiempo, ya que se encuentran en constante

evolución y su impacto aún no es totalmente predecible. Aunque el término se relaciona con tecnologías avanzadas o digitales, se distingue por su novedad y la incertidumbre sobre sus aplicaciones futuras.

Entre las principales tecnologías emergentes, dichos autores destacan la inteligencia artificial, la realidad extendida (realidad aumentada, virtual y mixta), la robótica y el pensamiento computacional, el blockchain, el internet de las cosas y la computación en la nube. Estas tecnologías están impulsando nuevas metodologías educativas como el aprendizaje adaptativo, la gamificación y las aulas inteligentes, generando experiencias de aprendizaje más dinámicas e interactivas.

No obstante, su implementación plantea desafíos como bien recogen los mencionados autores, tanto en accesibilidad, ética y sostenibilidad como en la propia formación docente. Exponen que para la rápida evolución tecnológica se exigen modelos educativos flexibles que preparen a las personas para los cambios del mercado laboral. En este sentido, el desarrollo de competencias digitales es clave para garantizar un uso responsable y efectivo de estas tecnologías, permitiendo maximizar su impacto positivo en la sociedad.

2.2.2 Relación entre tecnologías emergentes y ciudadanía digital.

La consolidación de una ciudadanía digital crítica y comprometida exige ir más allá de las alfabetizaciones convencionales. En el modelo propuesto por Buente (2011), se establece una relación directa entre la ciudadanía digital y las nuevas alfabetizaciones, entendidas como un requisito necesario para el ejercicio pleno de los derechos y responsabilidades en contextos digitales. Desde el ámbito educativo, somos conscientes de que las formas de alfabetización tradicional no responden a las exigencias de la sociedad del conocimiento, ya que se requieren competencias de mayor complejidad vinculadas a la participación activa, el pensamiento crítico, la ética digital o la gestión autónoma de la información (Simsek y Simsek, 2013).

Países como Finlandia han desarrollado desde sus políticas educativas un conjunto de competencias ciudadanas adaptadas al entorno digital, que incluyen habilidades técnicas, comunicativas, de gestión de la información y de participación social (Finish Ministry of Education and Culture, 2000). En una línea similar, la Unión Europea ha promovido el marco de competencias digitales DigComp, que proporciona una estructura común para el desarrollo de capacidades digitales entre la ciudadanía, integrando áreas como la alfabetización mediática, la comunicación, la seguridad, la resolución de problemas o la participación ciudadana en entornos digitales (Vuorikari et al., 2022). Este tipo de propuestas no solo reconocen la complejidad del fenómeno, sino que enfatizan la necesidad de una ciudadanía digital activa, crítica y capaz de adaptarse a contextos tecnológicos en permanente transformación.

En este sentido, las tecnologías emergentes introducen nuevas oportunidades, pero también amplifican los desafíos. Según Almufarreh y Arshad (2023), es fundamental iniciar la formación en competencias digitales desde etapas tempranas, empleando tecnologías como la inteligencia artificial, la realidad

aumentada o los entornos inmersivos como contexto de aprendizaje para promover una ciudadanía digital ética y participativa (p. 1).

Además, tal como advierte Permana et al. (2023), el uso irresponsable o acrítico de estas tecnologías puede acentuar fenómenos como la desinformación, la vulneración de la privacidad o la reproducción de desigualdades sociales. Por tanto, cualquier estrategia educativa orientada a la ciudadanía digital debe acompañarse de un enfoque ético y reflexivo, que permita a los sujetos comprender las implicaciones sociales, políticas y culturales de su actividad digital.

Por otra parte, Cortesi et al. (2020) insisten en la necesidad de adoptar una visión amplia del concepto de ciudadanía digital, proponiendo el término “Digital Citizenship+” para referirse a un conjunto ampliado de habilidades que no solo responden a un uso seguro de las tecnologías, sino también a una participación crítica, creativa y transformadora en la red. Esta ampliación resulta especialmente relevante cuando hablamos de tecnologías emergentes, ya que estas reconfiguran continuamente las formas de interacción social y el ejercicio de la ciudadanía.

3. ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR UNA CIUDADANÍA DIGITAL RESPONSABLE A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES

En un mundo cada vez más digitalizado, la ciudadanía ya no se limita a la participación en espacios físicos, sino que se ha expandido a entornos virtuales donde las interacciones, el acceso a la información y la toma de decisiones están mediadas por la tecnología (Bastarrachea y Domínguez, 2024; Silva y Lázaro-Cantabrana, 2020). La ciudadanía digital responsable implica no solo el uso ético y crítico de las tecnologías, sino también la comprensión de cómo estas configuran la sociedad, influyen en la toma de decisiones y generan nuevas oportunidades y desafíos (García et al., 2020; Sanabria y Cepeda, 2016). La relación entre ciudadanía digital y tecnologías emergentes debe contemplar no solo el aprendizaje técnico-instrumental, sino especialmente competencias éticas y críticas que permitan a los estudiantes ser ciudadanos activos en un mundo digitalizado (Almufarreh y Arshad, 2023).

En este contexto, la educación juega un papel central en la formación de ciudadanos digitales activos, reflexivos y comprometidos con el bienestar colectivo (Fajardo y Serrano, 2022; Soria-Pérez et al., 2024). La integración de tecnologías emergentes en la educación permite desarrollar competencias digitales avanzadas que van más allá del simple consumo de información, fomentando la creatividad, la resolución de problemas, la colaboración y el pensamiento crítico (Contreras y Vera, 2022).

Una revisión exhaustiva de la literatura académica, en el campo de la educación para la ciudadanía digital, realizada por Guevara-Andino y Delgado-Salas (2024) destacó “la efectividad de enfoques como el aprendizaje basado en problemas y el uso de herramientas digitales interactivas para mejorar la alfabetización mediática y promover la reflexión ética entre los estudiantes” (p.2). De esta manera, para formar ciudadanos digitales responsables, es necesario

diseñar estrategias educativas que integren el uso de tecnologías emergentes con un enfoque ético y crítico.

En este sentido, herramientas como la codificación y la robótica educativa, la realidad aumentada y virtual, y la inteligencia artificial pueden desempeñar un papel clave en la construcción de competencias digitales avanzadas. Estas tecnologías no solo facilitan el acceso al conocimiento y la alfabetización digital, sino que también potencian habilidades esenciales como la resolución de problemas, la colaboración y el pensamiento crítico, aspectos fundamentales para una ciudadanía digital activa y consciente. A continuación, se exploran dichas estrategias basadas en tecnologías emergentes que pueden ser implementadas en el ámbito educativo para promover una ciudadanía digital responsable.

3.1 Programación y robótica educativa.

El aprendizaje de la programación y la robótica desempeña un papel fundamental en el desarrollo del pensamiento computacional y la resolución de problemas con impacto social, dos ejes esenciales para la formación de ciudadanos digitales responsables (Trujillo, 2022). Estas disciplinas no solo dotan a los estudiantes de habilidades técnicas, sino que también los preparan para enfrentar los desafíos del mundo actual mediante el análisis crítico, la creatividad y la aplicación de soluciones tecnológicas en contextos reales potenciando “habilidades blandas como el trabajo cooperativo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el razonamiento lógico” (Apolo et al., 2025, p. 3).

El pensamiento computacional permite descomponer problemas complejos en partes manejables, identificar patrones y diseñar algoritmos eficaces (Serrano et al., 2021). Cuando los estudiantes trabajan con programación y robótica, aprenden a aplicar este enfoque en el desarrollo de soluciones tecnológicas que generan impacto en su entorno. Desde la creación de aplicaciones que facilitan la accesibilidad hasta el diseño de robots que resuelven problemas urbanos como la movilidad o el reciclaje, estas herramientas tecnológicas los capacitan para transformar su realidad de manera activa y significativa.

Asimismo, la programación y la robótica fomentan la colaboración y el trabajo en equipo, ya que la mayoría de los proyectos requieren la cooperación entre los participantes como se evidencia en las experiencias recogidas por García (2015). Este tipo de interacción impulsa el intercambio de ideas, la toma de decisiones colectivas y el aprendizaje en entornos multidisciplinares. Además, fortalece la ciudadanía digital al promover una cultura de participación, innovación y responsabilidad en el uso de la tecnología.

Otro aspecto fundamental es la capacidad de reflexión crítica sobre el impacto de la tecnología en la sociedad. A medida que los estudiantes programan y construyen soluciones robóticas, tienen la oportunidad de analizar cuestiones éticas, de privacidad y seguridad digital (Rosero, 2024). Comprender cómo se recopilan, procesan y utilizan los datos les permite desarrollar un sentido de responsabilidad en la creación de tecnología y en su interacción con el entorno digital. Integrar la programación y la robótica en la educación no solo prepara a los

estudiantes para un mundo tecnológico en constante evolución, sino que también los empodera para ser creadores de soluciones con impacto social. A través del desarrollo del pensamiento computacional y la resolución de problemas con una perspectiva transformadora, la educación digital se convierte en un motor de cambio para una sociedad más equitativa, crítica y comprometida con su futuro.

3.2 Realidad aumentada y virtual para la educación en ciudadanía digital

Las experiencias inmersivas, como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), ofrecen un enorme potencial para la educación ética dentro de la ciudadanía digital ya que “cada día están inmersas en diversas aplicaciones, cuyo principal objetivo es ofrecer experiencias de análisis y comprensión sobre los elementos que interactúan en un ecosistema” (Córdoba y Romero, 2023, p. 45). Los estudiantes pueden enfrentarse a dilemas como el ciberacoso o la desinformación, lo que les permite reflexionar sobre las mejores estrategias para actuar de manera responsable, a través de simulaciones de redes sociales o entornos digitales (Pinargote et al. 2024). Podría existir también un aprendizaje experiencial sobre privacidad y seguridad. Mediante escenarios de RV diseñados específicamente, los estudiantes podrían vivenciar las consecuencias de compartir datos personales en línea, lo que les ayudaría a comprender los riesgos asociados y a desarrollar un criterio más crítico sobre la gestión de su privacidad.

La RA y la RV también desempeñan un papel fundamental en la accesibilidad y la equidad en el aprendizaje. Al ofrecer experiencias educativas inmersivas y adaptadas, estas herramientas facilitan el acceso a contenidos a estudiantes con discapacidades o que se encuentran en contextos desfavorecidos. Como bien indican Calderón et al., (2023) es de “suma importancia hacer frente a obstáculos como la accesibilidad. Al hacer hincapié en la ética y la adaptación pedagógica, la realidad virtual y aumentada tienen el potencial de revolucionar la educación superior” (p. 13).

Estas experiencias interactivas permiten interiorizar conceptos que, de otro modo, podrían percibirse como abstractos o distantes, promoviendo una actitud más reflexiva y cautelosa en su uso de la tecnología. Es decir, se fomenta el desarrollo del pensamiento crítico al permitir la exploración de mundos virtuales que representan diferentes perspectivas sociales y culturales (Pimentel et al., 2023). A través de estas experiencias, los estudiantes pueden analizar problemáticas globales desde distintos puntos de vista, comprendiendo mejor el impacto de la tecnología en la sociedad. Esta inmersión en realidades diversas fortalece su capacidad de análisis y les ayuda a construir una ciudadanía digital más reflexiva y comprometida con la transformación social.

3.3 Inteligencia Artificial en la formación del pensamiento crítico y la detección de desinformación.

En el actual escenario educativo, la inteligencia artificial (IA) se posiciona como una de las tecnologías emergentes con mayor capacidad de transformación.

Su aplicación en contextos pedagógicos ha permitido avanzar hacia la personalización del aprendizaje, el diseño de tutores inteligentes o la retroalimentación inmediata (Almufarreh y Arshad, 2023). Sin embargo, estos avances tecnológicos no pueden analizarse de forma aislada ni al margen de sus implicaciones sociales, éticas y políticas. La IA no es un instrumento neutral, y su integración en los procesos educativos exige una lectura crítica de sus lógicas de funcionamiento y de sus potenciales efectos sobre la ciudadanía.

Diversos autores han advertido sobre la necesidad de acompañar estas innovaciones con marcos éticos claros, así como con prácticas educativas orientadas a formar sujetos capaces de comprender y cuestionar los algoritmos que median gran parte de su experiencia digital (Almufarreh y Arshad, 2023). En este sentido, el reto no pasa únicamente por enseñar a utilizar herramientas basadas en IA, sino por generar condiciones para que los estudiantes puedan analizar sus sesgos, reconocer las asimetrías de poder que encarnan y posicionarse críticamente frente a ellas.

Desde una perspectiva crítica, Emejulu y McGregor (2019) advierten que muchas de las narrativas dominantes sobre ciudadanía digital —y por extensión sobre el uso de tecnologías emergentes— tienden a reproducir subjetividades neoliberales. Se idealiza así una figura de ciudadano digital autónomo, móvil y flexible, que deja fuera a quienes carecen de los recursos materiales o simbólicos necesarios para participar plenamente en estos nuevos escenarios. Esta exclusión, lejos de ser anecdótica, forma parte de los mecanismos estructurales que determinan quién puede ejercer su ciudadanía digital y en qué condiciones.

A este panorama se suma la necesidad de repensar los marcos curriculares y las políticas educativas si se pretende que la IA contribuya efectivamente a la formación de una ciudadanía digital crítica. Las tecnologías, por sí solas, no resuelven los problemas estructurales del sistema educativo ni garantizan una participación más justa o inclusiva. Tal y como señalan Almufarreh y Arshad (2023), cualquier estrategia que busque integrar la IA en educación debe abordar también los desafíos vinculados a la brecha digital, la formación docente o la disponibilidad de infraestructuras adecuadas.

En esta línea, Prasetyo et al. (2021) identifican tres dimensiones clave para comprender la relación entre ciudadanía digital e inteligencia artificial en contextos educativos: la preparación digital del profesorado y del alumnado, las competencias críticas necesarias para el ejercicio pleno de la ciudadanía en entornos digitales, y el papel que juegan las políticas institucionales para garantizar que esa integración tecnológica responda a criterios de equidad y justicia social.

4. TENSIONES Y DESAFÍOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIUDADANÍA DIGITAL

A pesar de las oportunidades que brindan las tecnologías emergentes para el desarrollo de una ciudadanía digital responsable, también existen desafíos y dilemas que deben ser abordados desde una perspectiva crítica y ética. La

implementación de estas tecnologías en el ámbito educativo y social conlleva una serie de tensiones que requieren análisis y regulación para garantizar su uso equitativo y beneficioso para todos los ciudadanos. Además “la formación en competencia digital puede producir oportunidades y efectos de desigualdad. Reducir la brecha digital existente entre los ciudadanos y entre los diferentes países debería ser una prioridad para promover el crecimiento inclusivo de una sociedad más justa” (Silva y Lázaro-Cantabrana, 2020, p. 38).

En este sentido, Jæger (2021) advierte que la transformación de la ciudadanía en clave digital no sigue un recorrido homogéneo, sino que está atravesada por conflictos, disputas de poder y ritmos desiguales según los contextos sociales y políticos. Lejos de tratarse de una transición lineal, el paso hacia lo digital implica profundos desequilibrios estructurales que, si no son abordados críticamente, pueden amplificar las desigualdades existentes.

El término ciudadanía digital ha evolucionado desde un enfoque inicialmente centrado en la seguridad en internet hacia un concepto más amplio que incorpora habilidades críticas, éticas y de participación social como el propuesto por Cortesi et al. (2020) en el que “las iniciativas educativas sobre ciudadanía digital se centraban en la seguridad y la prevención de riesgos online, pero recientemente ha surgido un enfoque más equilibrado, que incorpora habilidades críticas para participar en entornos digitales de forma activa, creativa y responsable” (p. 13).

El acceso equitativo a las tecnologías emergentes es esencial para la participación activa en la sociedad digital, pero la brecha digital sigue siendo un obstáculo, especialmente para comunidades vulnerables. Las diferencias socioeconómicas limitan el acceso a dispositivos y conexión a Internet de calidad, restringiendo el desarrollo de habilidades digitales y aumentando las desigualdades educativas y laborales. Además, la falta de infraestructura tecnológica en escuelas y comunidades impide la implementación de programas de educación en ciudadanía digital, reduciendo las oportunidades de aprendizaje en entornos digitales.

Más allá de la mencionada brecha digital, uno de los principales retos en la construcción de la ciudadanía digital es la relación entre la participación democrática en espacios digitales y el control que ejercen los algoritmos sobre la información y la interacción en estos entornos. El auge de las redes sociales y plataformas digitales ha permitido a los ciudadanos expresarse, organizarse y participar en debates públicos de manera más accesible. Sin embargo, estas mismas plataformas están controladas por empresas que establecen normativas y algoritmos que determinan qué contenidos son más visibles y cuáles quedan ocultos. Esta capacidad de acción es ciertamente peligrosa puesto que tanto grandes empresas como gobiernos estatales “han sabido visualizar los múltiples beneficios que tienen estas herramientas de poder mediático y masificador para legitimar los principios argumentativos y los marcos ideológicos de sus propuestas políticas” (Fajardo y Serrano, 2022, p. 168). Ejemplo de ello es la alianza entre Donald Trump, presidente de Estados Unidos, y Elon Musk, empresario

multimillonario que compró la red social Twitter en 2022 y a la que renombró como 'X'.

La moderación de contenido y la censura digital son temas clave en la ciudadanía digital, ya que la eliminación de publicaciones mediante algoritmos plantea interrogantes sobre quién define los límites de la libertad de expresión y cómo afecta a la diversidad de opiniones en el entorno digital. Si bien estos mecanismos pueden contribuir a la eliminación de discursos de odio o desinformación, también pueden restringir la participación de ciertos grupos y generar sesgos en la visibilidad de los contenidos. La automatización de estos procesos implica el riesgo de decisiones erróneas, lo que refuerza la necesidad de que los ciudadanos digitales comprendan cómo funcionan estos sistemas y puedan exigir mayor transparencia en su aplicación. Con el ejemplo anterior en relación a la red social "X, ex-Twitter, acumula críticas por su transformación en la máquina de expansión de la ultraderecha internacional. Cada vez más, se discute la deriva de esta red social que se revuelve contra Elon Musk, pero las alternativas siguen siendo minoritarias" (Elorduy, 2024, p. 12).

En esta línea, el trabajo desarrollado por Prasetyo et al. (2021) ofrece una revisión sistemática de la literatura reciente sobre ciudadanía digital en el ámbito educativo, identificando algunos de los principales desafíos que deben ser abordados desde las políticas públicas y la práctica docente. Entre los obstáculos más relevantes, los autores destacan la persistencia de una profunda brecha digital —tanto en términos geográficos como socioeconómicos—, que sigue limitando el acceso equitativo a los recursos tecnológicos. A ello se suman cuestiones vinculadas con la seguridad digital, la privacidad, el ciberacoso o la desinformación, que requieren de respuestas educativas específicas y contextualizadas. Finalmente, subrayan la urgencia de mejorar la formación docente y de consolidar marcos normativos que orienten la integración efectiva de la ciudadanía digital en el currículo de manera transversal.

Para abordar estos desafíos, es fundamental que los ciudadanos digitales desarrollen una alfabetización crítica que les permita comprender el funcionamiento de los algoritmos y exigir mayor transparencia y equidad en su aplicación. Esto implica fomentar la reflexión sobre el papel de la tecnología en la sociedad, promover el pensamiento crítico y garantizar que los espacios digitales sean entornos abiertos, diversos y democráticos. Sin embargo, esta tarea no puede recaer exclusivamente en los individuos. Las instituciones educativas desempeñan un papel central en este proceso, no solo como espacios de transmisión de saberes técnicos, sino como entornos donde debe cultivarse una cultura ética, participativa y reflexiva en torno al uso de las tecnologías digitales.

En este contexto, los profesionales de la educación tienen la responsabilidad de generar propuestas pedagógicas que integren la ciudadanía digital de forma transversal, evitando una visión meramente instrumental o normativista. A su vez, las políticas educativas deben garantizar condiciones estructurales que favorezcan el acceso equitativo a los recursos tecnológicos, la formación docente permanente

y la inclusión de marcos de competencia digital críticos y contextualizados. Solo así será posible avanzar hacia una ciudadanía digital verdaderamente inclusiva y transformadora.

5. CONCLUSIONES

La ciudadanía digital, lejos de ser un concepto cerrado o meramente técnico, se presenta como una construcción compleja y en constante evolución, especialmente en un escenario atravesado por tecnologías emergentes. Esta transformación exige repensar qué entendemos por participación, derechos, deberes y justicia social en entornos digitales, y cómo las instituciones educativas deben posicionarse ante esta redefinición. No hablamos únicamente de acceso a la tecnología o de su uso correcto, sino de formar sujetos críticos, creativos y éticos capaces de comprender y transformar su realidad digital.

Desde esta perspectiva, el papel de la educación resulta ineludible. No solo como transmisora de competencias digitales, sino como agente de cambio social. La formación en ciudadanía digital ha de ir más allá del cumplimiento normativo o del desarrollo de habilidades técnicas para convertirse en un proceso que promueva el análisis crítico de las estructuras de poder que operan en el entorno digital, la toma de decisiones fundamentadas y el compromiso con valores democráticos. Como señalan Emejulu y McGregor (2019), esto implica superar los límites de la educación digital tradicional y avanzar hacia modelos radicales que no rehúyan el conflicto, sino que lo asuman como espacio de emancipación y transformación.

Uno de los grandes retos identificados en los trabajos analizados tiene que ver con la brecha digital, tanto en su dimensión de acceso como de uso significativo. Esta desigualdad —marcada por diferencias geográficas, socioeconómicas y culturales— condiciona la posibilidad real de ejercer una ciudadanía digital plena. Tal como plantean Prasetiyo et al. (2021), la falta de infraestructura tecnológica, la escasa formación del profesorado y la inexistencia de políticas educativas integradoras impiden avanzar hacia una inclusión digital efectiva. Frente a esto, se hace necesaria una apuesta decidida por la inversión pública en conectividad, dispositivos y formación continua para el profesorado.

Además, en contextos escolares, la integración de tecnologías como la programación, la robótica o la inteligencia artificial no puede desligarse del desarrollo del pensamiento crítico y de la alfabetización en medios. La capacidad para detectar la desinformación, analizar los sesgos de los algoritmos y comprender la dimensión política del entorno digital debe formar parte del currículo desde etapas tempranas. En este sentido, la educación no puede limitarse a enseñar a usar tecnologías, sino a comprenderlas, cuestionarlas y transformarlas desde una lógica ética y socialmente comprometida.

Como ha propuesto la Unión Europea en su marco DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022), el desarrollo de la competencia digital ciudadana requiere incorporar

habilidades interdisciplinarias que incluyan desde la alfabetización mediática hasta la participación democrática en entornos digitales, promoviendo así una ciudadanía activa, inclusiva y respetuosa con la diversidad.

Al mismo tiempo, resulta pertinente recuperar propuestas como el concepto de "Digital Citizenship+" (Cortesi et al., 2020), que invita a considerar una ciudadanía digital más amplia, capaz de adaptarse a distintos contextos culturales, sociales y políticos. Esta visión reconoce la necesidad de integrar nuevas habilidades, actitudes y conocimientos según evolucionan las tecnologías y los entornos digitales en los que nos desenvolvemos.

Por último, la disciplina de la Tecnología Educativa se posiciona como un marco privilegiado para vehicular estas transformaciones. No se trata solo de incorporar herramientas, sino de generar una pedagogía crítica y situada, que prepare a los futuros ciudadanos no para consumir tecnología, sino para comprenderla, cuestionarla y utilizarla en la construcción de sociedades más justas, democráticas y sostenibles.

REFERENCIAS

- Almufarreh, A. y Arshad, M. (2023). Promising emerging technologies for teaching and learning: Recent developments and future challenges. *Sustainability*, 15(8), 6917. <https://doi.org/10.3390/su15086917>
- Apolo, D. C., Venfor, L. A., Macias, L. G., Reyes, K. X., Moran, I. A. y Yaguana, E. L. (2025). Programación y robótica en la educación básica: preparación para el futuro de los estudiantes. *South Florida Journal of Development*, 6(1), e4907. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n1-012>
- Bastarrachea, P. y Domínguez, J. G. (2024). Factores asociados al nivel de ciudadanía digital de estudiantes de escuelas primarias en la ciudad de Mérida. *EduTec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (87), 204–219. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2933>
- Buente, W. (2011). Digital literacy and digital citizenship: A descriptive content analysis of state educational technology plans. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1–10.
- Calderón, R. L., Yáñez, M. E., Dávila, K. E. y Beltrán, C. E. (2023). Realidad virtual y aumentada en la educación superior: experiencias inmersivas para el aprendizaje profundo. *Religación*, 8(37), e2301088. <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1088>
- Castells, M. (1996). *The Information Age: Economy, Society and Culture. Volume I: The Rise of the Network Society*. Alianza Editorial.
- Chen, L. L., Mirpuri, S., Rao, N. y Law, N. (2021). Conceptualization and measurement of digital citizenship across disciplines. *Educational Research Review*, 33, 100379. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100379>

- Choi, M. (2016). A concept analysis of digital citizenship for democratic citizenship education in the internet age. *Theory & Research in Social Education*, 44(4), 565-607. <https://doi.org/10.1080/00933104.2016.1210549>
- Choi, M., Glassman, M. y Cristol, D. (2017). What it means to be a citizen in the internet age: Development of a reliable and valid digital citizenship scale. *Computers & Education*, 107, 100-112. <https://10.1016/j.compedu.2017.01.002>
- Cobo, C. (2016). *La Innovación Pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento. Colección Fundación Ceibal/Debate.*
- Contreras, C. M. y Vera, A. (2022). Educación ciudadana y el uso de estrategias didácticas basadas en TIC para favorecer el desarrollo de competencias en ciudadanía digital en estudiantes. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 13(2). <https://doi.org/10.18861/cied.2022.13.2.3195>
- Córdoba, D.M. y Romero, J.A. (2023). Análisis sobre el metaverso y la ciudadanía digital en educación. En R.E. López (Ed.), *Tecnología educativa y ciudadanía digital* (pp. 44 - 55). Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb20>
- Cortesi, S., Hasse, A., Lombana-Bermudez, A., Kim, S. y Gasser, U. (2020). Youth and digital citizenship+ (plus): Understanding skills for a digital world. Youth and Media, Berkman Klein Center for Internet & Society. Recuperado de <https://cyber.harvard.edu/publication/2020/youth-and-digital-citizenship-plus>
- Cortina, A. (2005). *Alianza y Contrato. Ediciones Trotta.*
- Elorduy, P. (2024). x como megáfono neorreaccionario: Las guerras que Elon Musk podría perder. *Nueva Sociedad*, (313), 12-24. <https://nuso.org/articulo/313-x-como-megafono-neorreaccionario/>
- Emejulu, A. y McGregor, C. (2019). Towards a radical digital citizenship in digital education. *Critical Studies in Education*, 60(1), 131-147. <https://doi.org/10.1080/17508487.2016.1234494>
- Fajardo, E. y Serrano, H. S. (2022). Redes sociales y construcción de la ciudadanía digital. *Revista Boletín Redipe*, 11(9), 163-177. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i9.1888>
- Feenberg, A. (1991). *Critical theory of technology. Oxford University Press.*
- García, M. S., Lagunes, V., Daza, R., Ronquillo, E. M. y Licea, L. (2020). Transformación de la comunicación digital emergente de Instituciones de Educación Superior en áreas de oportunidad de la ciudadanía digital. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 7(2), 40-48. <https://terc.mx/index.php/terc/article/view/255>
- Glassman, M. y Kang, M. J. (2016). Teaching and learning through open source educative processes. *Teaching and Teacher Education*, 60, 281-290. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.09.002>

- Guevara-Andino, J. H. y Delgado-Salas, J. A. (2024). Educación para la ciudadanía digital: Preparando a los Estudiantes para una Participación Responsable y Crítica en la Sociedad Conectada. *MQRInvestigar*, 8(2), 4320-4338. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.4320-4338>
- Hobbs, R. y Jensen, A. (2009). The Past, Present, and Future of Media Literacy Education. *Journal of Media Literacy Education*, 1, 1-11. <https://doi.org/10.23860/jmle-1-1-1>
- Horrach, J. A. (2009). Sobre el concepto de ciudadanía: historia y modelos. *Factótum*, 6, 1-22.
- Jæger, B. (2021). Digital citizenship – A review of the academic literature. *dms – der moderne staat – Zeitschrift für Public Policy, Recht und Management*, 14(1), 24-42. <https://doi.org/10.3224/dms.v14i1.09>
- Mossberger, K., Tolbert, C. J., y McNeal, R. S. (2008). *Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participation*. The MIT Press.
- Ministry of Education and Culture, Finland. (2000). Education and research 2000–2004: Development plan. <http://www.minedu.fi>
- Permana, K. A., Yasa, K. A., Saputra, K. A. y Sudwika, I. P. R. (2023). Citizenship in the Digital Age: Implications and Challenges. *Journal of Digital Law and Policy*, 3(1), 52-62. <https://doi.org/10.58982/jdlp.v3i1.510>
- Pimentel, M. J., Zambrano, B. M., Mazzini, K. A. y Villamar, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Pinargote, M. A., Muñoz, A. G. y Orellana, C. L. (2024). El Rol de la Realidad Virtual en la Educación Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 9037-9045. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12061
- Prasetyo, W. H., Naidu, N. B., Tan, B. P. y Sumardjoko, B. (2021). Digital citizenship trend in educational sphere: A systematic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(4), 1192-1201. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.21767>
- Prendes-Espinosa, M. P. y Cerdán, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 35-53. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Ribble, M., Bailey, G. y Ross, T. (2004). Digital citizenship: Addressing appropriate technology behavior. *Learning & Leading with Technology*, 32(1), 6-12. <https://eric.ed.gov/?id=EJ695788>
- Ribble, M. y Bailey, G. (2007). *Digital Citizenship in Schools*. ISTE.
- Robles, J.M. (2009). *Ciudadanía digital. Una introducción hacia un nuevo concepto de ciudadano*. Editorial UOC: Barcelona.
- Román, M. M. (2019). Entornos personales de aprendizaje (PLE) en estudiantes universitarios: Modelo y rediseño de un instrumento de análisis [Tesis

- doctoral, Universidad de Murcia]. Digitum. <https://hdl.handle.net/10201/73261>
- Rosero, O. A. (2024). Fundamentos Teóricos del uso de la Robótica Educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6364-6375. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9979
- Sanabria, A. L. y Cepeda, O. (2016). La educación para la competencia digital en los centros escolares: la ciudadanía digital. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 15(2), 95-112. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.2.95>
- Serrano, J.L., Román, M. M., González, V. y Prendes-Espinosa, M.P. (2017). *Aplicaciones sociales de las TIC para la escuela y el tiempo libre*. Editum: Murcia.
- Serrano, J. L., Sánchez-Vera, M. M. y Solano-Fernández, I. M. (2021). Una primera mirada hacia el pensamiento computacional en el currículo educativo de Infantil y Primaria en España. *Robótica y currículum*. Monográfico ERW2021. <http://hdl.handle.net/10201/115083>
- Silva, J. E. y Lázaro-Cantabrana, J. L. (2020). La competencia digital de la ciudadanía, una necesidad creciente en una sociedad digitalizada. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (73), 37-50. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.73.1743>
- Simsek, E. y Simsek, A. (2013). New literacies for digital citizenship. *Contemporary Educational Technology*, 4(2), 126-137.
- Soria-Pérez, Y. F., Sebastiani-Elías, Y. F., Lujano-Ortega, Y. y Díaz-Mujica, J. Y. (2024). Ciudadanía digital en estudiantes: revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(32), 365-379. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i32.729>
- Trujillo-Flórez, L. M. (2022). Competencias digitales para el siglo XXI: una visión desde la ciudadanía digital. *Panorama*, 16(31), 360-385. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i2.3566>
- UNESCO (2015). *Fostering Digital Citizenship through safe and responsible use of ICT*. Bangkok.
- Vuorikari, R., Kluzer, S. y Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens—With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>

CHATBOT COMO RECURSO DIDÁCTICO

Beatriz Chaves Yuste, UCM

Juana María Anguita Acero, UCLM

1. INTRODUCCIÓN

El avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado sustancialmente todas las dimensiones de la sociedad contemporánea. Como consecuencia de este desarrollo tecnológico, el ámbito educativo en su conjunto no ha permanecido ajeno a dichos cambios, evidenciándose un impacto significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La incorporación de las TIC en el ámbito educativo ha redefinido completamente la concepción tradicional del aula y, en consecuencia, los roles fundamentales del docente y del estudiante, dando lugar a modelos más dinámicos e interactivos (Alnasib, 2023) que se alejan de la praxis convencional. En este sentido, la educación del siglo XXI se haya en un proceso de transformación, cambio e innovación que pretende poder dar respuesta a las crecientes demandas y constantes desafíos que van surgiendo.

La mayoría de países con sistemas educativos abiertos y democráticos están acometiendo reformas sustanciales que sirvan para fortalecer la vinculación entre educación y sociedad; lo que supone tener que adoptar estrategias pedagógicas innovadoras que optimicen los procesos de enseñanza-aprendizaje (Angelova y Nikolova, 2024). Así pues, resulta imprescindible diseñar y desarrollar enfoques pedagógicos que fomenten la innovación, la calidad y la mejora continua de las prácticas educativas en una sociedad cada vez más tecnológica y, en cierto modo, más robotizada.

Conviene señalar que desde hace décadas, la innovación educativa se ha convertido en uno de los ejes centrales de la formación docente ya que es necesario alinear las metodologías de enseñanza —donde tienen cabida sus respectivas estrategias y recursos de carácter didáctico— con los cambios y desafíos que se están produciendo en el paradigma educativo y en la sociedad en general. En este marco, diversas investigaciones han explorado la potencialidad de enfoques destinados a la reconfiguración de los procesos de aprendizaje mediante el uso de metodologías activas (Deroncele-Acosta et al., 2023) o han subrayado la necesidad de llevar a cabo reformas significativas en educación (Okai-Ugbaje et al., 2022).

La modernización y adaptación de los estilos de enseñanza a las nuevas tendencias implica utilizar recursos de última generación. Entre los más recientes y prometedores se encuentran los chatbots. Los chatbots son programas de inteligencia artificial diseñados para simular conversaciones humanas. Si bien sus usos originariamente no estaban destinados al ámbito educativo, su potencial los

convierte en una importante herramienta que puede servir no solo para aprender, sino para mejorar destrezas comunicativas (García Brustenga et al., 2018).

El objetivo de este trabajo consiste en dar a conocer cuáles son las potencialidades que el uso de chatbots tiene a día de hoy en diversos ámbitos y, sobre todo, en las aulas; especialmente, aquellas relacionada con la didáctica de lenguas extranjeras. Para ello, es fundamental reflexionar sobre qué lugar ocupan los chatbots dentro de la inteligencia artificial y cuál ha sido su evolución desde su aparición en el siglo XX.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS CHATBOTS

Uno de los principales objetivos que ha perseguido el ser humano ha sido el de optimizar su rendimiento en todos los ámbitos con el fin de incrementar sus ingresos y tener una mejor calidad de vida. En este sentido, la Revolución Industrial marcó un antes y un después con la aparición de máquinas que podían tener diversas aplicaciones. Sin embargo, esa búsqueda de “ayuda” o “soporte” se remonta a casi los orígenes del hombre ya que este siempre trató de encontrar la manera de inventar sus primeros utensilios y armas que garantizaran su bienestar y su desempeño en el día a día (Koval, 2011).

El resultado del esfuerzo por lograr una ayuda cada vez mayor y más precisa es la Inteligencia Artificial (IA). Hablar de un punto concreto y determinante a partir del cual todo cambia es complejo, pero sí que en términos generales parece haber cierto consenso en que Turing (1950) fue el primero en idear una forma de medir o determinar si una máquina podía o no tener una inteligencia similar a la humana. Para ello, desarrolló lo que se conoce como Test de Turing (Buchanan, 2005). A partir de este momento, el perfeccionamiento de la IA se fue acelerando no sin altibajos y ligada, sobre todo en sus inicios, al ámbito matemático. Aunque pueda resultar anecdótico, en 1997 se produce la derrota histórica de Kasparov (campeón mundial de ajedrez) contra una máquina creada por IBM (Deep Blue) para ello (Kasparov, 2017). En los últimos años, el perfeccionamiento ha alcanzado niveles muy altos con programas de reconocimiento de voz, imagen, visión precisa... Las aplicaciones son múltiples, así como sus amantes y detractores. Los que se rinden a ella ven innumerables ventajas, mientras que hay quienes consideran que la IA es una de las tecnologías más disruptivas de todos los tiempos (Pelletier et al., 2023).

Dentro de la IA, ¿qué son los chatbots y cuándo sugen?

Hernández y Llull (2021) definen los chatbots como “un programa diseñado para simular una conversación inteligente, generalmente, con uno o más humanos” (p.90). Es decir, se está hablando de un programa para un fin concreto: conversar; o lo que es lo mismo, es una de las aplicaciones específicas de la IA. La palabra en sí es una combinación de “chat” (conversar en inglés) y de “bot” (última sílaba de la palabra “robot”). Partiendo de esta definición, es posible entender que la IA se está especializando y diversificando.

A día de hoy, hablar con una máquina no es algo que sorprenda a nadie. Su integración en el día a día de la sociedad del siglo XXI puede verse casi en cada

actividad que se realiza: coger una cita médica en un hospital o centro de salud, realizar una consulta con cualquier compañía telefónica, sacar billetes de tren vía telefónica, hablar con la empresa de electricidad..., incluso llamar para coger cita en una tienda de vestidos de novia o para buscar apoyo espiritual y servicios religiosos (Wunch et al., 2023). Prácticamente todos los sectores con los que el ser humano interactúa tienen como carta de presentación una alocución que ofrece distintas opciones para encauzar peticiones o consultas a partir de las respuestas que se proporcionan a través de una máquina.

La aparición de los chatbots se remonta a la década de los años 60 del siglo XX cuando surge el primer prototipo de un chatbot al que se le dio el nombre de ELIZA. Este modelo primigenio estaba basado en patrones de diálogo y era capaz de reemplazar palabras, pero no de llevar a cabo una interacción “inteligente”. Se trataba de respuestas coherentes predefinidas (Berry, 2023). En la década de los 70 se produce un avance significativo con la aparición de PARRY. Esta vez, el dispositivo añadía emociones, se “humanizaba”. Sin embargo, continuaba siguiendo una serie de patrones que seguirían siendo la base de los modelos de chatbot que se diseñaron hasta finales del siglo XX. Los chatbots se fueron perfeccionando en cuanto a ámbitos de aplicación y opciones de respuesta (ALICE fue otro ejemplo de chatbot más avanzado), pero sin cambios sustanciales como los que se producirían en el siglo siguiente (Shum et al., 2018). Sin lugar a dudas, dotar de “inteligencia” a diferentes dispositivos ha sido el gran reto de los desarrolladores de IA.

El éxito de los chatbots radica en la capacidad que tienen para procesar grandes volúmenes de datos y aprender de las interacciones con los usuarios, lo que puede resultar de gran utilidad en multitud de ámbitos, entre los que se encuentra el educativo (Romero-Rodríguez et al., 2023). Los chatbots, como agentes conversacionales (Fryer et al., 2019), comprenden “grandes” modelos de lenguaje (mayormente conocidos como LLM, *Large Language Models*) creados a partir del entrenamiento de redes neuronales donde se utilizan recursos computacionales (Hadi et al., 2023).

Tal y como explican Alonso et al. (2024), es posible distinguir dos tipos de LLM: los que han sido diseñados para comprender el lenguaje y se aplican a tareas como la clasificación de textos, y los que han sido creados para generar lenguaje y son utilizados en tareas como la traducción o la generación de texto. Dadas sus funcionalidades, los chatbots son capaces de crear conversaciones tanto escritas como orales y son fácilmente accesibles e intuitivos (Fadhil y Gabrielli, 2017). Ante estas potencialidades, su aplicación en distintos sectores puede estar demostrando ser de gran ayuda y está transformando la concepción clásica de tareas o procedimientos de actuación.

3. ÁMBITOS DE APLICACIÓN DE LOS CHATBOTS

El modelo de mundo de hoy en día responde a una característica objetiva: la globalización. Este modelo no habría sido posible sin el avance de la tecnología. Es complicado encontrar lugares del planeta donde el ser humano no haga uso de ella.

Teléfonos, relojes inteligentes, ordenadores, televisiones, tabletas, frigoríficos, sistemas de seguridad en hogares y edificios públicos y privados... Absolutamente todo está digitalizado y, buena parte de ello, robotizado (León, 2020).

La vida, en general, está organizada en sectores o ámbitos específicos o de especialización donde están presentes esos recursos y sistemas a los que se acaba de aludir. Es decir, la digitalización y sus derivados, hasta llegar a la IA, se han asentado y están creciendo en prácticamente cada rincón.

En el caso que nos ocupa, el de los chatbots, hay que decir que su presencia se está multiplicando y está llegando a unos niveles de especialización y precisión abrumadores. La robótica con lenguaje humanizado ya no es algo de películas ciencia ficción como *Star Wars* (Lucas, 1977) o *The Terminator* (Cameron, 1984). Ambos filmes aparecen en una época en que la computación y la informática estaban desarrollando potentes máquinas que, como ha quedado anteriormente reflejado, hicieron posible la aparición de una primigenia IA a mediados del siglo pasado, si bien, ya se había comenzado a experimentar antes (Shum et al., 2018; Berry, 2023).

Por lo tanto, no cabe duda de que los chatbots se desarrollan originariamente dentro del mundo de la informática y la computación puesto que es ahí donde reside su base —la IA—. A ello hay que sumar que es en este sector donde se idean diferentes formas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático. Este campo del conocimiento no habría podido avanzar sin el soporte de las matemáticas, pues su esencia parte del uso de algoritmos y lenguajes de programación que hacen que este ámbito experimente un cambio y un crecimiento sustancial con respecto al pasado (Valderrama y González, 2019). En este combo, difícilmente separable para la carrera evolutiva de la IA y la robótica, también es necesario incluir la ingeniería mecatrónica, pues gracias a ella se unen varias ramas de la ingeniería (mecánica, sistemas, computacional, de control y electrónica, entre otros) (Reyes, 2012). Dentro de esta nueva realidad, crecen los estudios en torno a la teoría de la computación y los sistemas expertos, junto con las redes neuronales y el aprendizaje profundo. Todos ellos elementos presentes en esta nueva dimensión o era tecnológica que algunos han bautizado como “cuarta revolución o revolución 4.0” (León, 2020, p. 9). Este panorama ha permitido el desarrollo de un amplio abanico de programas específicos para el resto de sectores.

Indiscutiblemente, los chatbots han revolucionado el mundo de la medicina, la biomedicina y la enfermería. Dentro de él, la medicina de diagnóstico, a través de chatbots de diagnóstico y triaje, han permitido la automatización de ciertas tareas elementales que han servido para ofrecer una valoración ante síntomas claros y leves e incluso determinar la medicación que debe tomar un paciente (Bulla et al., 2020). En este sentido, estos nuevos recursos también son utilizados a la hora de proporcionar una serie de recomendaciones o pautas a seguir ante un cuadro médico obvio (Guillén-López et al., 2023). En términos generales, durante y a partir de la pandemia por el COVID19, han proliferado las inversiones en chatbots especializados dentro del ámbito biosanitario por necesidades obvias en las que tenía que primar la ayuda al paciente. Dentro del ámbito de la salud mental se han desarrollado chatbots específicos, como Woebot y Wysa, que ayudan a las personas

a manejar el estrés, la ansiedad y otros trastornos emocionales mediante terapias de corte cognitivo-conductual (CBT), es decir, se trata de terapias basadas en la conversación con el paciente (Biscaia et al., 2023). Otra de las múltiples aplicaciones de los chatbots en el universo médico está en la telemedicina. Estos recursos han demostrado ser de gran utilidad para aligerar las listas de espera, enviar resultados a pacientes de forma automática y el almacenamiento y la organización de grandes cantidades de datos (Chueke, 2023). A pesar de los avances, hay investigadores que se preguntan sobre los aspectos éticos y morales ante posibles fallos (Trimarchi y Micera, 2025). En la actualidad, se están llevando a cabo múltiples investigaciones sobre posibles aplicaciones médicas de forma masiva. Una de ellas está relacionada con la presumible efectividad de los chatbots para dejar de fumar, un hábito muy extendido en la sociedad del siglo XXI, pero que todavía no cuenta con las suficientes evidencias como para poder garantizar su eficacia (Segrelles-Calvo et al., 2020). Por último, cabe destacar que a los profesionales de la medicina se suma el alumnado de titulaciones del sector como potenciales usuarios de chatbots que permiten acceder de forma rápida a estudios e investigaciones en diferentes campos. Es decir, para ellos, se trata de un recurso para el estudio y la realización de prácticas (Arce et al., 2024).

Muy en relación también con la salud, está la psicología. Sector que, de igual manera, ha mejorado sus servicios con el uso de chatbots. Algunos de ellos son compartidos con el campo de la medicina (Woebot y Wysa, anteriormente mencionados), si bien, su aplicación aquí es más específica. Entre los diversos chatbots dentro de este ámbito estarían Popbots, Youper, Atena o XiaoE (Nascimento et al., 2024). Las áreas más beneficiadas han sido las relacionadas con la psicoterapia, las terapias de autoayuda y la investigación psicológica. Los chatbots más avanzados del sector se utilizan, sobre todo, en trastornos relacionados con la depresión y la ansiedad (Sancho et al., 2020) —también mencionados entre las aplicaciones del ámbito médico—, junto con trastornos del sueño y *burnout*, entre otros. Ante la pregunta *¿cómo?*, la respuesta es clara: la capacidad comunicativa y la alta especialización con la que han sido ideados estos chatbots, les permiten realizar labores de acompañamiento psicológico y de guía en momentos críticos donde la mente se aleja de la realidad (Nosrati et al., 2020).

Aunque los ámbitos anteriores tienen gran repercusión en la sociedad y, antes o después, la ciudadanía requerirá de sus servicios, no todo el conjunto de ella está en constante relación con dichos ámbitos, y es probable que se establezcan conexiones puntuales que pueden o no repetirse (sector sanitario). Sin embargo, sí que hay un contacto y una relación muy directos con el sector comercial y la atención al cliente. La adquisición de productos forma parte la vida de cualquier persona. Las empresas y las grandes marcas suelen ofrecer productos y servicios en cualquier momento y lugar. La ubicuidad del sector comercial a través del *e-commerce* es una realidad (Gupta et al., 2023). A día de hoy, muchos de esos servicios son posibles gracias a la presencia de chatbots. Dichos dispositivos permiten resolver dudas y problemas sencillos (atención al cliente), guiarnos para poder realizar ciertas cosas algo más complejas (soporte técnico) o incluso ayudarnos a comprar (ventas y marketing) (Plúas et al., 2025). Cada vez son más

los chatbots para *e-commerce* y para dar soporte a empleados y clientes de empresas, especialmente en el sector de la moda (Landim et al., 2022).

Dentro del mundo empresarial están los recursos humanos. En este sector es fundamental saber seleccionar al mejor personal para beneficio de la empresa pues, en buena medida, su éxito radica en el trabajo que realizan sus trabajadores. En la actualidad, la selección y gestión del talento forma parte de las labores que también hacen muchos chatbots. Lisa, Debra, Olivia, Ideal o Mya son algunos ejemplos de ello (Anitha y Shanthi, 2020). Empresas como L'Oréal manifiestan haber utilizado Mya recientemente para gestionar las múltiples solicitudes de trabajo que recibe (RRHHDigital, 2025). Además, los bots conversacionales también pueden utilizarse para hacer seguimientos de formación o responder a preguntas relacionadas con las políticas de empresa, entre otros servicios (Majumder y Mondal, 2021).

Las actividades de todos los sectores mencionados hasta el momento tienen un gran impacto en el mundo de las finanzas. La medicina, la informática, el tejido empresarial... En el ámbito financiero los chatbots realizan tareas con un valor trascendental en cuanto a asesoría y a gestiones vinculadas mayoritariamente con la banca (Okuda y Shoda, 2018). Es posible encontrar chatbots para la realización de pagos, consulta de saldos y asesoramiento en general (temas de ahorros e inversiones, posibles fraudes...). Erica, por ejemplo, es un chatbot que pueden utilizar los clientes que tengan cuenta en el Bank of America para realizar múltiples gestiones (Mori y Du, 2023). Fujitsu, por su parte, desarrolló una plataforma basada en chatbot (FRAP) para Sony Bank Inc. (Okuda y Shoda, 2018), lo que significa que se están haciendo importantes inversiones para extender el uso de chatbots en este otro mercado. Ello implica que, en este ámbito en concreto, los chatbots utilizados deben tener un alto nivel de fiabilidad. Un error en ellos puede tener consecuencias de gran trascendencia.

En último lugar, se aludirá al ámbito educativo, el cual se desarrollará de forma más detallada a continuación. Ello no significa que no haya más ámbitos con presencia de chatbots. Como ya se indicó al comienzo de este apartado, su aplicación y presencia es tan variada como la vida misma. Dentro de este ámbito, el educativo, los chatbots se utilizan, sobre todo, como un recurso innovador que forma parte de las nuevas tecnologías y que tiene un carácter motivador (García Brustenga et al., 2018). Además, sirven como apoyo al docente a la hora de hacer adaptaciones curriculares para el alumnado que lo necesita y de tener acceso a bancos de recursos de forma rápida y con cierta fiabilidad (Marticorena et al., 2022) e incluso para crear contenidos. Contribuyen igualmente a la realización de valoraciones y evaluaciones tanto del alumnado como del profesorado, gestión de matrículas y bibliotecas... A pesar de sus múltiples ventajas, su uso puede suponer una dificultad dada la brecha digital aún existente, tanto a nivel de centros educativos en su totalidad, como a nivel del alumnado en su individualidad (Anchapaxi-Díaz, 2024). Ejemplos de los numerosos chatbots educativos que hay en el mercado y que ejercen funciones de asistentes virtuales son Duolingo (para el aprendizaje de idiomas) y Socatic by Google (para ayudar a la realización de deberes, trabajos de diversa índole, incluidos trabajos universitarios, problemas matemáticos...). Además, existen chatbots que actúan como tutores inteligentes

(como Dreambox), otros son capaces de recomendar contenidos educativos (como Adaptemy). Es decir, los chatbots están presentes en la educación digital en general (en todas sus modalidades: formal, no formal e informal; y en todas sus etapas: Infantil, Primaria, Secundaria-Formación Profesional y Universidad), en plataformas de aprendizaje en línea y en el asesoramiento académico, entre muchos otros contextos (Mujica-Sequera, 2024). Nuevamente, sobre todo al estar en juego aspectos que pueden tener una gran repercusión en la vida de las personas —en muchos casos menores—, surge la necesidad de contar con una ética global en educación que, de alguna forma, regule el uso y el “hasta dónde” es ético llegar con la IA (Almazán-López y Osuna-Acebedo, 2024).

Como se ha podido observar, la aplicación de chatbots excede con creces a lo que el ciudadano de a pie pudiera imaginar. En todo momento, los desarrolladores, aplicadores y usuarios de chatbots se debaten entre la legitimidad y la conciencia en relación a su empleo en cualquier escenario. Arguelles y Amaro (2023) precisan: “[e]l uso de estas herramientas ha generado debates éticos sobre el uso de datos personales, la privacidad, la transparencia, la rendición de cuentas y el derecho de acceso a la información” (p. 85).

4. POTENCIALIDADES DE LOS CHATBOTS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Dentro del ámbito educativo, como se acaba de apuntar, los chatbots ofrecen oportunidades únicas y muy variadas. Al tener un alto componente conversacional, estos dispositivos enriquecen la experiencia educativa, especialmente a la hora de desarrollar la competencia comunicativa, tanto en lengua materna como en lenguas extranjeras en situaciones de aprendizaje personalizadas (Muñoz-Basols y Fuertes, 2024).

Como argumentan Villota y Fernández-Vázquez (2024), los chatbots se pueden adaptar a los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje del alumnado y pueden resultar una herramienta de gran utilidad para aquellos que necesiten una práctica extra o una retroalimentación constante (Vázquez-Cano et al., 2021). Por su parte, Kuhail et al. (2023) manifiestan que, además de ayudar a desarrollar la competencia comunicativa, pueden potenciar la interacción y la colaboración entre estudiantes y profesores, proporcionar asesoramiento y orientación al estudiantado sin intervención ninguna del profesor, ofrecer retroalimentación en tiempo real y personalizar el aprendizaje teniendo en cuenta las necesidades de los discentes.

Desde el punto de vista más pedagógico, el empleo de chatbots en el aula se puede encuadrar tanto en el paradigma constructivista como en el paradigma social, ya que el conocimiento se produce a través de la interacción entre iguales (Bandura, 1977; Vygotsky, 1978). Además, se convierten en un apoyo que puede adaptarse a las necesidades singulares, preferencias y estilos de aprendizaje de cada discente (Tebenkov y Prokhorov, 2021). Todo ello serviría para potenciar no solo la motivación intrínseca del alumnado (Ryan y Deci, 2000), sino también el desarrollo de sus habilidades cognitivas y socioemocionales (Kanobel, 2025). Cabe

destacar que en el ámbito universitario los chatbots se han aplicado en diferentes escenarios y su uso es creciente (Cordero et al., 2020), dado que mejoran la experiencia del estudiantado, son fáciles de manejar, integran las TIC en la enseñanza y conectan con los intereses de los alumnos (Crespo, 2021).

La literatura proporciona evidencias acerca del empleo de los chatbots para fomentar la interacción, participación exploratoria y argumental de los discentes en un entorno flexible y personal (Tebekov y Prokhorov, 2021) donde esta tecnología puede cumplir las funciones de tutores virtuales (Quy et al., 2023), aspecto que ya se apuntó también en la sección 3 de este trabajo. Así pues, los chatbots pueden servir para repasar, ampliar contenidos o personalizar itinerarios de aprendizaje del conjunto del alumnado, incluidos aquellos con alguna necesidad específica de apoyo educativo (i.e., altas capacidades, dislexia, disgrafía...) (García Brustenga et al., 2018).

Igualmente, los chatbots pueden utilizarse como recursos para un tipo de micro-aprendizaje, donde pequeñas unidades o cápsulas educativas ayudan a construir entornos y aprendizajes en los que el estudiantado puede interactuar y aprender (Vázquez-Cano, 2021). Dado que el tiempo de utilización de los chatbots suele ser corto, el alumnado goza de mayor concentración y control sobre su propio aprendizaje, experimentando así competencias relacionadas con la autorregulación (Sangermán et al., 2021). Este aprendizaje autorregulado contribuye a mitigar la fatiga (Shail, 2019), lo que favorece la retención de la información y mejora los resultados (Nikou y Economides, 2017). Su constante disponibilidad y ubicuidad, siempre que se disponga de conexión a internet y de un dispositivo electrónico, hacen de los chatbots una fuente ilimitada de información (Mageira et al., 2022). En este sentido, surgen dos preocupaciones. Por una parte, la posible brecha digital y, por otra, la competencia digital que puedan tener alumnado y profesorado.

La brecha digital está indefectiblemente ligada a cuestiones, sobre todo, de naturaleza económica relacionadas con falta de medios en los centros educativos y/o con la falta de medios en casa, entre otros. La proliferación de medios y recursos digitales de última generación han agrandado esa brecha (Lombana, 2018). No debería haber costes derivados del uso de recursos con fines educativos y la conectividad, con independencia del tipo de entorno, y debería estar garantizada. A lo que hay que añadir que, atendiendo a los principios de igualdad y equidad, todo alumno cuya situación familiar sea desfavorecida debería contrar con las condiciones mínimas de accesibilidad que garanticen su correcta formación y su crecimiento personal. En lo que respecta a la competencia digital, tanto docentes como discentes deberían tener una formación continua ante el avance de la tecnología (LOMLOE, 2020). Cárdenas-Rodríguez y Suárez-Monzón (2024) se centran en este aspecto y sostienen que el acceso a la IA y a chatbots puede ayudar de manera significativa a esa formación. Una formación que estaría actualizada y donde no solamente se estaría instruyendo en el uso de recursos y metodologías, sino en aspectos tan trascendentales como la seguridad, la gestión de datos de carácter personal o la fiabilidad de los sitios y recursos que se utilizan. En cuanto a contenidos, dentro del contexto educativo español, la escuela pública no tiene una asignatura obligatoria relacionada con contenidos digitales y conocimientos en

robótica, estos tienen un carácter transversal y se complementan de manera extracurricular hasta llegar a Secundaria, donde sí hay contenidos específicos. La educación superior tampoco cuenta con contenidos obligatorios en este sentido.

El futuro formativo global va a estar cada vez más ligado a la tecnología y los sistemas educativos deberían adelantarse a ello con mayor celeridad y con un enfoque más pragmático.

5. LOS CHATBOTS EN EL AULA DE LENGUAS EXTRANJERAS

Debido al componente básico de interacción de los chatbots, su uso como asistentes de aprendizaje en el aula de lenguas extranjeras puede ser de gran ayuda ya que pueden conversar con un lenguaje natural (Caldarini et al., 2022). Los chatbots son indiscutiblemente útiles para establecer una contestación automática de preguntas o cuestiones repetitivas, lo que libera sustancialmente la tarea del docente (Huang et al., 2022). Además, resultan una buena herramienta para identificar errores y dificultades presentadas en la lengua por el alumnado.

Sin embargo, a pesar de las diferentes utilidades atribuibles, la literatura científica aporta datos un tanto limitados de su uso para la enseñanza de lenguas (Kohnke, 2022). Dos ejemplos conocidos por todos de uso cotidiano y no de diseño educativo son Alexa o Cortana. Por otro lado, existen en el mercado chatbots especialmente diseñados para el aprendizaje de lenguas que comprenden diferentes funciones, como por ejemplo, BookBuddy. Este chatbot consta de tres subchatbots que orientan al discente a elegir una pieza literaria de acuerdo con su nivel de la lengua inglesa además de proporcionar pruebas de comprensión lectora y preguntas referentes al vocabulario utilizado. Más aún, la retroalimentación proporcionada es individualizada y personalizada dependiendo de la producción de cada discente. Por su parte, Gengobot es un diccionario gramatical que proporciona ayuda a los aprendientes de japonés (Haristiani et al., 2019) y CLIVE o Mondly pueden ser utilizados para interactuar con el aprendiente en diferentes lenguas extranjeras. Botseriu, formalizado en AIML, es un chatbot basado en la recuperación de información que utiliza patrones de entrada y respuestas predefinidas. Este último ha sido utilizado para dar respuesta a preguntas frecuentes en las asignaturas de Lingüística y Lingüística Forense con buenos resultados.

De acuerdo a Huang et al. (2022), los chatbots se pueden utilizar en un contexto educativo básicamente para facilitar:

- i) La interacción con un interlocutor o práctica conversacional. Suponen una práctica de conversación bastante realista que facilita el desarrollo de la oralidad, fundamental para la mejora de su competencia comunicativa (García Brustenga et al., 2018). Teniendo en cuenta que la primera lengua extranjera en España es el inglés y que el volumen de los estudiantes por clase suele ser elevado, podemos afirmar que este tipo de prácticas conversacionales con chatbots resultan de gran ayuda para proporcionar una práctica comunicativa oral constante en un entorno atractivo y

motivador (Kiseleva et al., 2016). Más aún, este tipo de experiencias pueden resultar altamente beneficiosas para el alumnado que sufre de ansiedad a la hora de hablar delante de un público o tiene miedo a cometer errores. A través de su empleo, pueden practicar con frecuencia hasta llegar un punto en el que los errores disminuyan y sientan una mejor y mayor disposición para hablar en público (Fryer et al., 2020; Kohnke, 2022).

- ii) La simulación de situaciones auténticas. Los estudiantes pueden producir conversaciones que simulan situaciones reales que pueden encontrarse bien en su vida cotidiana o bien en su futuro entorno profesional o académico. Resulta interesante su explotación en el campo de las lenguas con fines específicos pues proporcionan un escenario idóneo para, por ejemplo, mantener una negociación internacional con un cliente, hacer una reserva en una agencia de viajes o discutir el patronaje de una prenda dentro del contexto del diseño de moda. En estos contextos donde la lengua tiene unos fines profesionales es imprescindible el manejo adecuado de un léxico especializado y los chatbots pueden proporcionar un acceso instantáneo a un gran repertorio léxico y de expresiones idiomáticas relevantes a diferentes campos profesionales (Alsadoon, 2021).
- iii) La transmisión de información y ayuda. Teniendo en cuenta toda la información que los chatbots manejan, pueden considerarse una fuente de conocimiento que facilita el acceso de información de manera inmediata. Así pues, los discentes encuentran una vía fácil y accesible para recabar información sobre una temática específica o solventar sus dudas respecto a alguna cuestión trabajada en clase.
- iv) La comunicación de recomendaciones. Más aún, los chatbots proveen recomendaciones de todo tipo para acceder a información más detallada, utilizar otros recursos o consultar otras fuentes bibliográficas. Además de estos empleos, el potencial de los chatbots facilita la adaptación de las necesidades específicas de cada discente, teniendo en cuenta, por ejemplo, el nivel lingüístico en la lengua meta, el progreso alcanzado o el estilo de aprendizaje entre otros (Mageira et al., 2022).

No obstante, el empleo de chatbots en el aula de lengua extranjera conlleva varios desafíos que hay que tener en cuenta, como puede ser el hecho de que las conversaciones mantenidas no son completamente naturales, lo que puede llevar a malentendidos, respuestas inexactas y una falta completa de empatía e intuición. No debemos olvidar que, aunque algunos chatbots están diseñados para reconocer y responder a ciertas emociones, carecen de empatía y no pueden ofrecer una comprensión humana acorde a las necesidades emocionales de los discentes. Por otro lado, para utilizar chatbots se precisa de una buena conexión a internet y de, al menos, un dispositivo para poder utilizarlo fuera del aula. Esto puede suponer un problema para poblaciones y centros educativos más vulnerables o con menos recursos económicos y tecnológicos. Por último, su uso excesivo puede influir en la interacción humana real y afectar, en cierta medida, a las habilidades sociales de los discentes. Por ende, su uso debe ser siempre controlado.

6. CONCLUSIONES

A lo largo de este capítulo se ha mostrado cómo un recurso de total actualidad —los chatbots— tiene cada vez mayor presencialidad en todos los contextos donde el ser humano actúa. De alguna forma, ha quedado patente que todavía se puede sacar mucho partido de ellos y que hace falta un mayor perfeccionamiento y una legislación que regule su uso, determine lo adecuado o no de su presencia en determinados escenarios y, en definitiva, marque unos límites claros para desarrolladores y usuarios.

La tecnología ayuda, pero tendría que circunscribirse a ser un soporte en determinados ámbitos, como el educativo. El alumno debe ser instruido en el uso competente de chatbots para que su mente se desarrolle de manera sana. Es decir, debe entender que hay que cumplir con una ética y no intentar ir más allá de ella adoptando perfiles que no le corresponden.

La ética ha sido un tema recurrente en este trabajo y en las diferentes fuentes consultadas, al igual que la necesidad de ser competente en IA, base de los chatbots. Resulta óbice dar una vuelta a la IA con el firme propósito de poder utilizarla para fines enriquecedores.

Los objetivos planteados inicialmente se han cumplido en su totalidad pues, partiendo de una contextualización tanto histórica como conceptual en torno a los chatbots, se ha podido entender en qué momento nos encontramos y qué utilidades están al servicio de la sociedad en general y del ámbito educativo en particular.

REFERENCIAS

- Almazán-López, O. y Osuna-Acebedo, S. (2024). Entre la innovación y la ética: impacto de la IAG y los chatbots conversacionales en la identidad digital en educación. En P. Arranz, M. A. Soláns, R. Feltrero y L. M. Fernández (Coords.), *Educomunicación y transformación social* (pp. 48-80). Dykinson.
- Alnasib, B. N. M. (2023). Digital competencies: Are pre-service teachers qualified for digital education? *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 11(1), 96-114. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2842>
- Alonso, L., Fernández-Pampillón, A. M., Fernández, M. y Márquez, M. (2024). ¿Tienen GPT-3.5 y GPT-4 un estilo de escritura diferente del estilo humano? Un estudio exploratorio para el español. *Revista Electrónica de Lingüística Aplicada*, 23(1), 34- 54. <https://doi.org/10.58859/rael.v23i1.666>
- Alsadoon, R. (2021). Chatting with AI Bot: Vocabulary learning assistant for Saudi EFL learners. *English Language Teaching*, 14(6), 135-157. <http://doi.org/10.5539/elt.v14n6p135>
- Anchapaxi-Díaz, C. L. Pinenla-Palaguaray, Y. M., Caiza-Olapincha, S. P., ParraTaboada, I. A., Abad-Guamán, M. A. y Viñamagua-Arias, B. V. (2024). Uso

de Chatbots educativos y su impacto en el aprendizaje autónomo en bachillerato. *Revista Científica Retos de la Ciencia*. 1(4), Ed. Esp., 200-214. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.16>

Angelova, V. y Nikolova, A. (2024). The Digital Competence of Students Preparing to become Primary School Teachers-Perspectives for Development. *TEM Journal*, 13(1), 377-385. <http://dx.doi.org/10.18421/TEM131-39>

Anitha, K. y Shanthi, V. (2020). A study on intervention of chatbots in recruitment. En P. K. Singh, Z. Polkowski, S. Tanwar, S. K. Pandey, G. Matei y D. Pirvu (Eds.). *Proceedings of International Conference on ICRIHE* (pp. 67-74). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-66218-9>

Arce, A. J., Arias, A. A., Avalos, M. B., Avila, M. T., Ayala, S. J., Ayala, P. E., Ayala, M. P., Ayala, M. R., Ayala, E. Y., Ayala, M. Ñ., Azcona, A. G. y Báez, M. I. (2024). Uso de chatbots en estudiantes de medicina de la Facultad de Ciencias Médicas – UNA, año 2023. *Revista Paraguaya de Biofísica*, 4(1), 7-10. <https://revistascientificas.una.py/index.php/rpb/article/view/4504>

Arguelles, E. y Amaro, M. (2023). Preocupaciones éticas en el uso de inteligencia artificial, transparencia y derecho de acceso a la información. el caso de los chatbots en el gobierno de México, en el contexto de la Covid-19. *Estudios en Derecho a la Información*, 15, 85-111. <https://doi.org/10.22201/ijj.25940082e.2023.15.17472>

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

Berry, D. M. (2023). The limits of computation. *Weizenbaum Journal of the Digital Society*, 3(3), 1-24. <https://doi.org/10.34669/WI.WJDS/3.3.2>

Biscaia, J. M., Mohedano, R. B. y Biscaia, C. J. (2023). La inteligencia artificial en la prevención de conductas suicidas: aspectos técnicos y consideraciones ético-legales. *Revista de Bioética y Derecho*, 59, 181-203. <https://doi.org/10.1344/rbd2023.59.42759>

Buchanan, B. G. (2005). A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. *AI Magazine*, 26(4), 53-60. <https://doi.org/10.1609/aimag.v26i4.1848>

Bulla, Ch., Parushetti, C., Teli, A., Aski, S. y Koppad, S. (2020). A Review of AI Based Medical Assistant Chatbot. *Research and Applications of Web Development and Design*, 3(2), 1-14. <http://hbrppublication.com/OJS/index.php/RAWDD/article/view/1325>

Caldarini, G., Jaf, S. y McGarry, K. (2022). A Literature Survey of Recent Advances in Chatbots. *Information*, 13(1), 41. <https://doi.org/10.3390/info13010041>

Cameron, J. (Director) (1984). *The Terminator* [Película]. Hemdale Film Corporation; Pacific Western Productions; Cinema 84; Euro Film Funding.

- Cárdenas-Rodríguez, J. S. y Suárez-Monzón, N. (2024). La inteligencia artificial en el desarrollo de las competencias digitales de los educadores: Una revisión sistemática. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 3(2), 62-70. <https://doi.org/10.62697/rmiie.v3i2>
- Chueke, D. (2023). Lo que la pandemia nos dejó: avances regulatorios para la telemedicina y la telesalud en Argentina. *Telehealth and Medicine Today*, 8(3), 1-8. <https://doi.org/10.30953/thmt.v8.413>
- Cordero, J., Toledo, A., Guamán, F. y Barba-Guamán, L. (2020). Use of chatbots for user service in higher education institutions. In *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 1-6). IEEE.
- Crespo, M. (2021). Chatbot Botseriu: lecciones aprendidas y resultados de su aplicación a la docencia universitaria. En A. B. Barragán, M. M. Molero, A. Martos, M. M. Simón, J. J. Gázquez y M. C. Pérez (Coord.), *Innovación docente e investigación en arte y humanidades: nuevos enfoques en la metodología docente* (pp. 501-510). Dykinson.
- Deroncel-Acosta A, Palacios-Núñez M. L. y Toribio-López A. (2023). Digital Transformation and Technological Innovation on Higher Education Post-COVID-19. *Sustainability*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032466>
- Fadhil, A. y Gabrielli, S. (2017). Addressing challenges in promoting healthy lifestyles: the al-chatbot approach. In *Proceedings of the 11th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (pp. 261-265). <https://doi.org/10.1145/3154862.3154914>
- Fryer, L. K., Coniam, D., Carpenter, R. y Lăpuşneanu, D. (2020). Bots for language learning now: Current and future directions. *Language Learning & Technology*, 24(2), 8-22. <http://hdl.handle.net/10125/44719>
- Fryer, L. K., Nakao, K. y Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. *Computers in Human Behavior*, 93, 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.023>
- García Brustenga, G., Fuertes-Alpiste, M. y Molas-Castells, N. (2018). Briefing paper: los chatbots en educación. eLearn Center. Universitat Oberta. <https://doi.org/10.7238/elc.chatbots.2018>
- Guillén-López, O. B., Álvarez-Mayorga, J. H. y Calle-Jacinto de Guillén, D. E. (2023). El pulso de la inteligencia artificial y la alfabetización digital en Medicina; nuevas herramientas, viejos desafíos. *Revista Médica Herediana*, 34(4), 1-2. <https://doi.org/10.20453/rmh.v34i4.5154>
- Gupta, S., Kushwaha, P. S., Badhera, U., Chatterjee, P. y Santibanez, E. D.R. (2023). Identification of benefits, challenges, and pathways in E-commerce industries: An integrated two-phase decision-making model. *Sustainable Operations and Computers*, 4, 200-218. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2023.08.005>

- Hadi, M. U., Al-Tashi, O., Qureshi, R., Shah, A., Muneer, A., Irfan, M., Zafar, A., Shaikh, M., Akhtar, N., Wu, J. y Mirjalili, S. (2023). Large Language Models: A Comprehensive Survey of its Applications, Challenges, Limitations, and Future Prospects. *TechRxiv*, 4, 1-44. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.23589741.v4>
- Haristiani, N., Danuwijaya, A. A., Rifa'l, M. M. y Sarila, H. (2019). Gengobot: A chatbot-based grammar application on mobile instant messaging as language learning medium. *Journal of Engineering Science and Technology*, 14(6), 3158-3173. <https://jestec.taylors.edu.my/V14Issue6.htm>
- Hernández, M. y Llull, L. Á. (2021). Definición de un proceso ingenieril el desarrollo de un chatbot a partir de buenas prácticas establecidas. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 3(2), 90-109. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5546033>
- Huang, W., Hew, K. F. y Fryer, L. K. (2022). Chatbots for language learning— Are they really useful? A systematic review of chatbot-supported language learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 237- 257. <http://doi.org/10.1111/jcal.12610>
- Kanobel, M. C. (2025). ¿Cómo impacta la inclusión de un chatbot en la dinámica del aula universitaria? Una experiencia con estudiantes de ingeniería. I Conferencia Internacional de Inteligencia Artificial en Educación. Buenos Aires, Argentina.
- Kasparov, G. (2017). *Deep Thinking: Where Machine Intelligence Ends and Human Creativity Begins*. John Murray.
- Kiseleva, J., Williams, K., Awadallah, A. H., Crook, A. C., Zitouni, I. y Anastasakos, T. (2016). Predicting User Satisfaction with Intelligent Assistants. En R. Perego, F. Sebastiani, J. Aslam, I. Ruthven y J. Zobel (Eds.), *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval* (pp. 45-54). ACM. <https://doi.org/10.1145/2911451.2911521>
- Kohnke, L. (2022). A Pedagogical Chatbot: A Supplemental Language Learning Tool. *RELC Journal*, 54(3), 1-11. <https://doi.org/10.1177/00336882211067054>
- Koval, S. (2011). Convergencias tecnológicas en la era de la integración hombre-máquina. *Razón y palabra*, 75, 1-18. <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199518706043.pdf>
- Kuhail, M.A., Alturki, N., Alramlawi, S. y Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 973-1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- Landim, A. R. D. B., Pereira, A. M., Vieira, T., Costa, E. de B., Moura, J. A. B., Wanick, V. y Bazaki, E. (2022). Chatbot design approaches for fashion E-commerce: an interdisciplinary review. *International Journal of Fashion Design, Technology*

and Education, 15(2), 200-210.
<https://doi.org/10.1080/17543266.2021.1990417>

León, C. (2020). Robotización, ¿sólo cambiará el empleo?. *Revista Empresa y Humanismo*, 23(1), 9-33. <https://doi.org/10.15581/015.XXIII.1.9-33>

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se Modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>

Lombana, A. (2018). La evolución de las brechas digitales y el auge de la Inteligencia Artificial (IA). *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 10(20), 17-25. <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2018.20.65884>

Lucas, G. (Director) (1977). *Star Wars* [Película]. 20th Century Fox.

Mageira, K., Pittou, D., Papasalouros, A., Kotis, K., Zangogianni, P. y Daradoumis, A. (2022). Educational AI Chatbots for Content and Language Integrated Learning. *Applied Sciences*, 12(7), 3239. <https://doi.org/10.3390/app12073239>

Majumder, S. y Mondal, A. (2021). Are chatbots really useful for human resource management?. *International Journal of Speech Technology*, 24, 969-977. <https://doi.org/10.1007/s10772-021-09834-y>

Marticorena, R., Saiz, M. C., Rodríguez, S., Escolar, M. del C. y Alonso, L. (2022). Integración de una aplicación web tipo chatbot en Moodle como ayuda al aprendizaje en educación superior. En A. Martos, A. B. Barragán, M. del C. Pérez, M. del M. Molero, M. del M. Simón y M. Sisto (Comps.), *Acercamiento multidisciplinar para la investigación e intervención en contextos educativos* (pp. 61-74). Dykinson.

Mori, M. y Du, L. (2023). AI Chatbots for Banks: Evolving Trends and Critical Issues. En Z. Hu, Q. Zhang y M He (Eds.), *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering III. ICAILE 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 180, pp. 3-13. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36115-9_1

Mujica-Sequera, R. M. (2024). Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 31-40. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.513>

Muñoz-Basols, J. y Fuertes, M. (2024). Oportunidades de la Inteligencia Artificial (IA) en el aprendizaje y la enseñanza de lenguas. En J. Muñoz-Basols, M. Fuertes y L. Cerezo (Eds.), *La enseñanza del español mediada por tecnología: de la justicia social a la Inteligencia Artificial (IA)* (pp. 343-365). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003146391-18>

- Nascimento, S. A., Leite de Aguiar, C., Silva da Cunha, L. K. y Rodrigues, J. C. (2024). La interacción hombre-máquina en psicoterapia: Una revisión sistemática sobre el uso de inteligencias artificiales en el contexto de la salud mental. *Prometeica - Revista De Filosofía y Ciencias*, 29, 335-347. <https://doi.org/10.34024/prometeica.2024.29.16268>
- Nikou, S. A. y Economides, A. A. (2017). Mobile-Based Assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of Self-Determination Theory and Technology Acceptance. *Computers in Human Behavior*, 68, 83-95. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.020>
- Nosrati, S., Sabzaly, M., Heidari, A., Sarfi, T. y Sabbar, S. (2020). Chatbots, Counselling, and Discontents of the Digital Life. *Journal of Cyberspace Studies*, 4(2), 153-172. <https://doi.org/10.22059/jcss.2020.93910>
- Okai-Ugbaje, S., Ardzejewska, K. y Imran, A. A. (2022). Mobile learning framework for higher education in resource constrained environments. *Education and Information Technologies*, 27, 11947-11969. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11094-5>
- Okuda, T. y Shoda, S. (2018). AI-Based Chatbot Service for Financial Industry. *Fujitsu Scientific & Technical Journal*, 54(2), 4-8. <https://www.fujitsu.com/global/about/resources/publications/fstj/archive/s/vol54-2.html>
- Pelletier, K., Robert, J., Muscanell, N., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., Grajek, S., Birdwell, T., Liu, D., Mandernach, J., Moore, A., Porcaro, A., Rutledge, R. y Zimmern, J. (2023). EDUCAUSE Horizon Report, Teaching and Learning edition. <https://www.learntechlib.org/p/222401/>
- Plúas, J. J., Crespo, R. C. y Cuadro, D. L. (2025). Análisis comparativo de chatbot para optimizar el área de servicio al cliente en empresas de servicios. *Polo del Conocimiento*, 10(2), 596-611. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i2.8900>
- Quy, V. K., Thanh, B. T., Chehri, A., Linh, D. M. y Tuan, D. A. (2023). AI and Digital Transformation in Higher Education: Vision and Approach of a Specific University in Vietnam. *Sustainability*, 15(14), 11093. <https://doi.org/10.3390/su151411093>
- Reyes, F. (2012). MatLab aplicado a robótica y mecatrónica. Alfaomega.
- Romero-Rodríguez, J., Ramírez-Montoya, M., Buenestado-Fernández, M. y Lara-Lara, F. (2023). Use of ChatGPT at university as a tool for complex thinking: students' perceived usefulness. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(2), 323-339. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.7.1458>
- RRHHDigital (4 de marzo de 2025). Mya Systems, la inteligencia artificial que mejora la experiencia del candidato. RRHHDigital.com. <https://www.rrhhdigital.com/secciones/seleccion/133242/Mya-Systems-la-inteligencia-artificial-que-mejora-la-experiencia-del-candidato/>

- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sancho, J. V., Fanjul, C., De la Iglesia, M., Montell, J. A. y Escartí, M. J. (2020). Aplicación de la inteligencia artificial con procesamiento del lenguaje natural para textos de investigación cualitativa en la relación médico-paciente con enfermedad mental mediante el uso de tecnologías móviles. *Revista de Comunicación y Salud: RCyS*, 10(1), 19-41. [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(1\).19-41](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(1).19-41)
- Sangermán, M. A., Ponce, P. y Vázquez-Cano, E. (2021). YouTube Videos in the Virtual Flipped Classroom Model Using Brain Signals and Facial Expressions. *Future Internet*, 13, 224. <https://doi.org/10.3390/fi13090224>
- Segrelles-Calvo, G., De Granda-Beltrán, A. M. y De Granda-Orive, J. I. (2020). Un chatbot para dejar de fumar. ¿Será el futuro?. *Adicciones*, 33(1), 73-74. <https://doi.org/10.20882/adicciones.1499>
- Shail, M. S. (2019). Using Micro-learning on Mobile Applications to Increase Knowledge Retention and Work Performance: A Review of Literature. *Cureus*, 11(8), e5307. <https://doi.org/10.7759/cureus.5307>
- Shum, H. Y., He, X. D. y Li, D. (2018). From Eliza to XiaoIce: challenges and opportunities with social chatbots. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 19(1), 10-26. <https://doi.org/10.1631/FITEE.1700826>
- Tebenkov, E. y Prokhorov, I. (2021). Machine learning algorithms for teaching AI chat bots. *Procedia Computer Science*, 190, 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.06.086>
- Trimarchi, F. y Micera, S. (2025). Intelligenza artificiale in endocrinologia. *L'Endocrinologo*, Editorial, 1-5. <https://doi.org/10.1007/s40619-025-01589-x>
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Valderrama, Y. y González, W. (2019). La lógica matemática desde las disciplinas científicas de informática. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 6(12), 37-48. <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2019.v6.n12.a65>
- Vázquez-Cano, E. (2021). Artificial intelligence and education: A pedagogical challenge for the 21st century. *Educational Process: International Journal*, 10(3), 7-12. <https://edupij.com/index/arsiv/46/225/artificial-intelligence-and-education-a-pedagogical-challenge-for-the-21st-century>

- Vázquez-Cano, E., Mengual-Andrés, S. y López-Meneses, E. (2021). Chatbot to improve learning punctuation in Spanish and to enhance open and flexible learning environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(33), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00269-8>
- Villota, W. y Fernández-Márquez, E. (2024). Percepciones de los estudiantes universitarios sobre el uso de chatbots con IA. Una experiencia en la Universidad Católica de Guayaquil (Ecuador). En E. López-Meneses, D. Cobos-Sanchiz, A. Jaén-Martínez, A. H. Martín-Padilla y L. Molina-García (Eds.), *Calidad e innovación pedagógica* (pp. 132-138). Dykinson.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wunsch, L. P., Nikolay, J. R. y Freitas, E. (2022). Chatbot: comunicación digital y religiosidad tras la pandemia en Latinoamérica. *Universitas-XXI*, 37, pp. 101-121. <https://doi.org/10.17163/uni.n37.2022.04>

CANTAR DURANTE LA PUBERTAD: APRENDIZAJE PARTICIPATIVO Y ESTRUCTURADO CON APLICACIONES MÓBILES

Inês Constança de Brito, EID UNED

Filipa M. B. Lã, UNED

1. LA IMPORTANCIA DE LA MÚSICA Y EL CANTO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DEL SER HUMANO

La música y, en particular, el canto, proporcionan múltiples beneficios al ser humano a lo largo de su desarrollo biológico.

Durante el embarazo, el canto promueve una conexión materno-fetal que proporciona el bienestar de la madre y el desarrollo saludable del feto (Nguyen et al., 2023; Wulff et al., 2021). Los ritmos repetitivos y los contornos melódicos característicos de las canciones de cuna establecen una comunicación afectiva necesaria para el bebé durante sus primeros meses de vida (Persico et al., 2017).

En la etapa de Educación Infantil, las actividades musicales contribuyen al desarrollo de competencias temporales y espaciales, ambas imprescindibles para la adquisición de competencias lingüísticas y de lectoescritura (Bruhn & Olson, 1999; Clift & Hancox, 2001; Jentschke, Koelsch & Friederici, 2005). Durante la educación primaria, el entrenamiento musical induce cambios macro y microestructurales en el cerebro que conllevan una mayor neuroplasticidad (Habibi et al., 2018). Esto es así porque numerosas áreas cerebrales son conjuntamente activadas, mientras se practica la música. Esta activación resulta en una mayor conexión entre los hemisferios derecho e izquierdo, sobre todo si el aprendizaje de un instrumento musical ocurre antes de los siete años (Schlaug et al., 2005). Además, el aprendizaje musical ayuda al desarrollo del pensamiento matemático, de la memoria y de la capacidad de planificación (Ficek-Tani & Habibi, 2022). La práctica musical también proporciona herramientas socioemocionales importantes al desarrollo exitoso de los niños y las niñas durante esta etapa (Southgate & Roscigno, 2009; Villanuev, Ilari & Habibi, 2024).

La música desarrolla el sentimiento de pertenencia, y la capacidad para reconocer emociones (Bungay & Vella-Burrows, 2013; Greenspon & Montanaro, 2023) y todos estos factores contribuyen para el desarrollo de adolescentes con un autoconcepto positivo, y una percepción de autoestima y de autoeficacia elevada (Welch, 2011). La participación en actividades musicales cantadas puede ser terapéutico. Por ejemplo, los niños y las niñas con patologías vocales mejoran más sus voces cuando las sesiones de terapia vocal incluyen ejercicios vocales cantados (Rinta & Welch, 2008).

En la edad adulta, cantar puede ser una herramienta para el envejecimiento activo y saludable (Clift & Hancox, 2001; Nguyen et al., 2023). Por ejemplo, la salud respiratoria de los adultos mayores que regularmente cantan en coros es significativamente mejorada (Segall, 2017; Yuen & Ma, 2024). Además, el canto grupal promueve la cohesión social y, con ella, la prevención del aislamiento social de personas mayores.

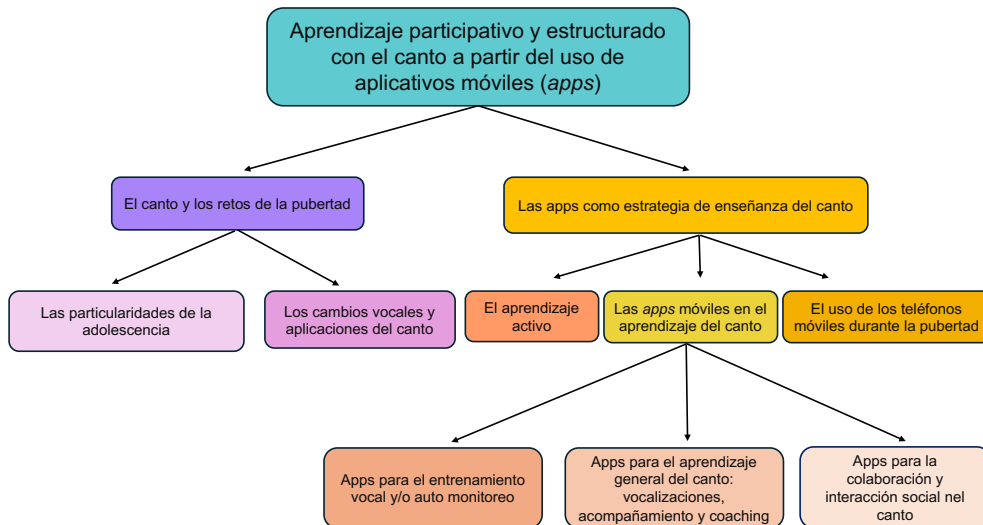
En definitiva, la música proporciona múltiples beneficios a lo largo de la vida; la voz, como es el instrumento musical más fácil y accesible, independientemente de la formación musical o la edad de cada uno, es una herramienta musical que ocupa una posición destacable para la promoción de los beneficios aportados por la participación en actividades musicales, especialmente cuando realizadas en grupo.

En este capítulo se contempla, de modo particular, la etapa de la adolescencia. Esto es así, porque esta fase del desarrollo implica cambios físicos, mentales y sociales que podrán constituir retos al desarrollo saludable del adolescente. En particular, este capítulo pretende demostrar cómo el aprendizaje participativo y estructurado con el canto a partir del uso de aplicaciones móviles puede ser una estrategia para afrontar los retos físicos, mentales y sociales presentes durante la adolescencia, además de permitir el uso de los teléfonos móviles como una forma de aprendizaje activo más allá del entretenimiento.

La estructura utilizada para organizar los temas de este capítulo puede ser visualizada en la Figura 1. En primer lugar, se explica cómo cantar puede contribuir al desarrollo físico, mental y social del adolescente, no obstante, los cambios vocales que ocurren durante esta etapa; se demuestra como estos cambios pueden convertirse en un obstáculo para una educación musical beneficiosa, siempre y cuando el canto se percibe como una actividad “no esencial”. En el segundo apartado se exploran las aplicaciones móviles como herramientas de aprendizaje participativo y estructurado. Dado el contexto tecnológico en el que nos encontramos actualmente y teniendo en cuenta el uso habitual que los adolescentes hacen de los teléfonos móviles, se contemplan ejemplos de cómo esta tecnología puede ser utilizada como medio para el aprendizaje activo a través del canto. Se concluye con sugerencias de *apps* móviles para el entrenamiento vocal de adolescentes, seleccionadas a partir de criterios relacionados con diferentes tipos de actividades importantes al desarrollo de la voz y la musicalidad por medio de la gamificación y monitorización autónoma y guiada, dentro y fuera del aula.

Figura 1

Organización estructural de este capítulo.



Fuente. Elaboración propia.

2. EL CANTO Y LOS RETOS ASOCIADOS A LA PUBERTAD

2.1. Las particularidades de la adolescencia y las contribuciones aportadas por el canto para el desarrollo saludable del adolescente

La pubertad corresponde a la transición entre la infancia y la edad adulta. Esta fase aporta múltiples desafíos, empezando por el hecho de ocurrir en edades cada vez más tempranas. Empezando por la pubertad en las niñas, los datos históricos europeos revelan que, en el siglo XIX, la menarquia (es decir, el inicio de la pubertad con la primera menstruación), ocurriría solamente a los 17 años. En el siglo XX, la menarquia ocurría aproximadamente a los 13 años, por lo tanto, 5 años antes (Sørensen et al., 2012). Actualmente, en España las niñas púberas inician la menarquia entre los 10 y los 12 años. Con relación al inicio de la pubertad en los niños, los resultados de estudios previos también señalan un inicio más temprano de la pubertad, alrededor de los 11,5 años tanto en los Estados Unidos como en Europa (Euling et al., 2008; Marshall & Tanner, 1969).

La duración de la pubertad también se ha alargado, tanto para los niños como para las niñas, correlacionándose negativamente con el índice de masa corporal (IMC) del adolescente; cuanto más elevado el IMC, más larga es la pubertad) (Marco Hernández et al., 2008). En fase a esta pubertad más temprana y prolongada, el adolescente tiene que enfrentarse a transformaciones físicas, mentales y sociales

más tempranamente y durante más tiempo, por lo que, muchas veces, no ha aún desarrollado estrategias de afrontamiento para esos cambios.

Durante la pubertad ocurren modificaciones significativas en las concentraciones de las hormonas somáticas y esteroides sexuales que, por un lado, resultan en la madurez física y en la capacidad reproductiva y, por el otro, en cambios neuronales con consecuencias directas en los comportamientos sociales y en la salud mental del adolescente (Goddings et al., 2012; Sørensen et al., 2012). Por ejemplo, son frecuentemente observados casos de ansiedad, de depresión, y de problemas comportamentales, como, por ejemplo, disturbios alimentares y agresividad durante esta etapa (Torikka et al., 2014). Una manera de evitar estos casos que, frecuentemente, rebotan en dificultades de integración social, es la adopción de estrategias de *coping* (o de enfrentamiento). Una de esas estrategias podría ser la participación en actividades musicales con el canto.

Durante la pubertad y, de una manera global, la adolescencia, cantar aporta ventajas a nivel físico, psicológico, social y cognitivo. A nivel físico, cantar mejora la función respiratoria y cardíaca, y promueve el desarrollo motriz vocal. A nivel psicológico, cantar durante la pubertad incrementa la comunicación y el sentido de una identidad propia. Cantar puede aportar experiencias catárticas con relación a la exteriorización de las emociones, esta actividad afecta a los estados de espíritu, ayudando a regular los comportamientos (Welch, 2011). Esto claramente aporta beneficios sociales. Por ejemplo, se ha verificado que niños y niñas que aprenden música, y que frecuentemente participan en experiencias musicales conjuntas, demuestran más comportamientos prosociales que aquellos que no aprenden música (Ilari, Fesjian & Habibi, 2018). A nivel cognitivo, la preparación del repertorio de canto requiere mucho tiempo de entrenamiento antes de obtener un resultado final compensador. Asimismo, el canto tiene efectos en las habilidades implicadas en la creación, superación, ejecución y reajuste de conductas necesarias para alcanzar determinados objetivos complejos (procesos *top-down* de las funciones ejecutivas, es decir) (Hennessy et al., 2019). Cantar implica ajustes en múltiples niveles (vocal, musical e interpretativo) y, por ello, implica un esfuerzo prolongado y una recompensa retardada. Esto auxilia la adquisición de un control inhibitorio, es decir, la capacidad de suprimir respuestas impulsivas inmediatas, aumentando la resiliencia y el control de las emociones (Hennessy et al., 2019).

A nivel vocal, los cambios hormonales de la adolescencia también aportan cambios significativos. Por ello, algunos pedagogos consideran que cantar durante la pubertad es perjudicial para la salud vocal del adolescente. No obstante, se ha demostrado que los adolescentes púberes experimentan dificultades para cantar cuando carecen de una conciencia, y de una orientación informada y dirigida a la gestión exitosa de estos cambios vocales. Cuando el canto es entendido como “no esencial” en la formación educativa del adolescente, cantar durante esta etapa podrá resultar en problemas vocales (Cooksey & Welch, 1998).

2.2. Consideraciones sobre los cambios vocales de la pubertad

Con la pubertad, se denotan cambios vocales que determinarán el dimorfismo vocal observado en adultos nacidos con el sexo femenino o masculino. Uno de los resultados más significativos de ese dimorfismo sexual vocal es el descenso de la frecuencia fundamental, es decir, el tono de la voz. Como el aumento de la testosterona es más significativo en los niños que en las niñas, el tono de la voz disminuye una octava en los niños y de una tercera en las niñas (Wang, 2024). Además, la presencia de cambios involuntarios en los registros vocales, más conocidos por “gallos” o quiebres de registro, es más frecuente en los niños (Linders et al., 1995), ya que las diferencias entre las tasas de crecimiento de los pliegues vocales y del tracto vocal son mayores para ellos (Vorperian et al., 2009). Con relación a las niñas, la voz revela mayor escape glótico, ya que existe un cierre incompleto de la glotis. Además, tal como ocurre con las voces de los niños, las niñas podrán presentar episodios frecuentes de ronquera (Jenkins, 1998). Asimismo, se comprenden las dificultades vocales que pueden ser sentidas por el adolescente. Es un reto para el sistema educativo proporcionar al adolescente la posibilidad de tener, en su formación, actividades curriculares que incluyan el canto y, con ello, la adquisición de estrategias para gestionar e incluso superar las dificultades vocales de la pubertad que, de otra manera, podrán privar al adolescente de los beneficios del canto y de la participación en actividades musicales como cantante.

Estudios previos demuestran que, con un repertorio adecuado, es posible que todos los jóvenes púberes continúen cantando de forma saludable y placentera (Cooksey & Welch, 1998). Para ello, es perentorio proporcionar formación permanente del profesorado sobre los cambios vocales durante la adolescencia. Se necesitan prácticas basadas en la evidencia para aclarar conceptos educativos erróneos y mejorar la elaboración de planes de estudios diseñados específicamente para cada alumno y para los cambios vocales verificados durante la pubertad (Crocco, Madill & McCabe, 2017). Esto es particularmente fundamental para el adolescente con quejas vocales ya que, en estos casos, el riesgo de comportamientos desviantes y problemas emocionales es considerablemente mayor (Krohlin, de Paula & Behlau, 2016). En este capítulo, presentamos los resultados de esta investigación, sobre cómo el aprendizaje participativo y estructurado con recurso a las tecnologías de comunicación móvil y a través del canto podrá constituir una estrategia importante para el desarrollo saludable del adolescente. Al atribuir una función educativa al uso de las tecnologías móviles de comunicación, se contribuye a una educación tecnológica que, al mismo tiempo, es más saludable. Con ella se favorece la reducción del abandono de las actividades de canto durante la adolescencia, un fenómeno cada vez más frecuente entre los jóvenes en edad de cursar la Educación Secundaria Obligatoria (Cooksey & Welch, 1998).

3. APLICACIONES MÓVILES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES MUSICALES CON EL CANTO

3.1. La utilización de los teléfonos inteligentes durante la pubertad

Según una encuesta del centro de investigación Pew sobre el uso de los dispositivos digitales, de las redes sociales y de otras plataformas en línea por parte de los adolescentes, se constató que, entre los 13 y los 17 años, la gran mayoría de los adolescentes utiliza habitualmente algún tipo de tecnología. Cerca de 95% tiene acceso a un teléfono inteligente, el 90% a un ordenador, el 83% a una videoconsola y el 65% a una tableta (Anderson, Faverio & Gottfried, 2023). Según estudios del centro de investigación Ofcom (2023, 2024), los niños más pequeños utilizan tabletas para conectarse a la Internet, mientras que los mayores utilizan más el teléfono móvil, con los vídeos (mayoritariamente de música) ocupando una parte considerable del tiempo de uso de esta tecnología (Anderson, Faverio & Gottfried, 2023). Los niños y las niñas prefieren ver vídeos cortos en las redes sociales (10 segundos o menos), en lugar de programas y películas en televisión. Además, según estos estudios, el teléfono móvil inteligente es la tecnología más utilizada entre jóvenes y el aplicación más utilizado es el *Youtube* (71%), seguido del *Tiktok* (58%), del *Snapchat* (51%) y del *Instagram* (47%).

En la mayoría de los países de la unión europea (UE), los adolescentes entre los 9 y 16 años acceden diariamente a la Internet desde sus teléfonos inteligentes (Smahel et al., 2020). No obstante, se sabe que el uso excesivo de este tipo de tecnología está asociado a cambios a nivel cerebral, cognitivo y emocional importantes que no pueden ser ignorados. Por ejemplo, se destacan los problemas de sueño, la adopción de estilos de vida menos saludables, los dolores musculares, las migrañas e incluso alteraciones en el volumen de la materia gris en el cerebro (Wacks & Weinstein, 2021). Sin embargo, también es importante respaldar que ni todo el tiempo dedicado al uso de este tipo de tecnología es igual o tiene efectos semejantes. Los efectos del uso de las pantallas y los posibles problemas de salud mental asociados son variados, dependiendo del tipo de actividad realizada, del dispositivo utilizado (por ejemplo, smartphones o tabletas) y del género del usuario. Por ejemplo, las niñas son más afectadas que los niños por la depresión relacionada con las horas dedicadas a la participación y visualización de redes sociales y al uso de Internet. De modo particular, estas dos actividades generan más comparaciones sociales, lo que aumenta el riesgo de sentimientos de inferioridad y de otros comportamientos asociados (Twenge & Farley, 2021). Madres, padres y profesores deben tener en cuenta que, si los teléfonos inteligentes se utilizan de forma ubicua -es decir, en cualquier lugar y en cualquier momento, sin un propósito específico-, el riesgo de desarrollar una adicción y desarrollar comportamientos disruptivos aumenta.

En el aula, se ha descubierto que aproximadamente el 95 % del alumnado utiliza teléfonos inteligentes en clase todos los días. No obstante, ni todos los usan para aprender; cerca del 92 % utiliza el teléfono móvil para enviar mensajes de texto, enviar fotos, o acceder a las redes sociales durante el tiempo del aula. La mayoría de los estudiantes cree que los profesores no son conscientes de esta utilización (Tindell & Bohlander, 2012). Quizás por ello, casi uno de cada cuatro países de la UE ha introducido algún tipo de prohibiciones en sus leyes o políticas.

Sin embargo, impedir que el alumnado acceda a estas tecnologías también podrá colocarlo en desventaja: no se proporcionan estrategias de convivir con este tipo de tecnologías de forma saludable (G.E.M.R., 2023). Por todo esto, es urgente una educación para el uso de las tecnologías. El adolescente necesita de aprender a utilizar los teléfonos inteligentes para fines como, por ejemplo, el aprendizaje, como un hábito protector (Lee, Kim & Choi, 2017).

Prohibir el uso de los teléfonos inteligentes puede ser contraproducente. Las relaciones en línea forman parte del desarrollo típico de los adolescentes de hoy en día. Estas interacciones también aportan beneficios para la creatividad, la autoexpresión, el sentido de pertenencia y el compromiso cívico (Abi-Jaoude, Naylor & Pignatiello, 2020). Por este motivo, es necesario crear actividades alternativas que estimulen el desarrollo de competencias, la actividad física y la interacción social cuando se utilizan teléfonos inteligentes. El uso pasivo del móvil, destinado únicamente al entretenimiento, debería dar paso a un uso activo, creativo y orientado hacia fines educativos. Actualmente, no existen recomendaciones específicas que regulen el uso de estas tecnologías en contextos de aprendizaje. Esto es aún más obvio en el proceso de enseñanza-aprendizaje del canto.

En el caso particular de aprender a cantar, la facilidad de acceso a la información, así como la diversidad de aplicaciones disponibles, puede representar una ventaja para el aprendizaje. En el siguiente epígrafe se presentan diferentes formas de aprendizaje mediadas por aplicaciones de los teléfonos inteligentes y, de forma más específica, formas de aprendizaje centradas en el aprendizaje del canto.

3.2. El aprendizaje activo a través de las aplicaciones de los teléfonos inteligentes

Las aplicaciones de los teléfonos inteligentes (o las *apps*) tienen funciones interactivas y de ludificación capaces de captar el interés de los adolescentes y de fomentar una rutina de ejercicios (por ejemplo, a través de notificaciones y *badges*). Por otro lado, las funciones de intercambio social en línea ayudan a la colaboración entre compañeros y entre estudiantado y sus mentores. Algunas *apps* incluso ofrecen un entrenador virtual para un aprendizaje personalizado. Asimismo, las *apps* pueden servir como complemento o como una vía adicional para implicar al alumnado en su propio proceso de aprendizaje, mientras que el profesor adopta el rol de facilitador y mentor. De este modo, el proceso de enseñanza-aprendizaje está centrado en el alumnado (y no en el profesorado) y en sus necesidades específicas.

El aprendizaje móvil, también descrito como *m-learning*, normalmente asocia experiencias virtuales con experiencias reales. Ejemplos de aplicaciones que hacen esta combinación y que son populares, sobre todo entre los más jóvenes, son el *WhatsApp*, el *Instagram* y el *Snapchat*. Su utilización refleja una práctica cultural cotidiana emergente que se expande hacia a otros fines como, por ejemplo, el aprendizaje con la realización de trabajos escolares en casa (Rummler, Grabensteiner & Schneider-Stingelin, 2020). Las *apps* pueden ser utilizadas en aprendizaje combinado en clase y en casa (con apoyo y orientación de padres y

profesores). Después, el seguimiento de la sesión de práctica puede ser continuado por *WhatsApp*, los materiales de estudio pueden ser disponibilidades en línea, (*Flipped-classroom*) (Ng, Ng & Chu, 2022; Wang, 2018). Tras el aprendizaje previo a la clase, el alumnado debe completar los ejercicios previos y debatir con los alumnos a través de herramientas de comunicación en línea. El profesorado puede hacer pleno uso de la plataforma en red para publicar videos didácticos cortos, hacer listas de tareas de aprendizaje y guiar el aprendizaje del alumnado. Los alumnos deben practicar los nuevos contenidos del curso a través de la plataforma de enseñanza en red preparada por el profesor antes de la clase. Debe también existir la posibilidad de conexión con compañeros y mentores con oportunidades de colaboración y apoyo en línea para crear sentimientos de pertenencia. Esto todo siempre con apoyo y orientación de los padres, pues es esencial modelar hábitos saludables de tiempo frente a la pantalla. En el aula, profesorado y alumnado exploran y estudian en colaboración con enfoque centrado en el alumno/a y una experiencia de aprendizaje más personalizada (Wang, 2018).

Con relación a la digitalización musical, el alumnado podrá asumir múltiples roles: intérprete, compositor, productor y arreglista. Por ejemplo, puede grabar su voz con *Garageband* (*Apple store*) y con ella crear una composición. Este involucramiento con la música como participante activo aporta más beneficios cuando comparado con un involucramiento como participante pasivo, es decir, alguien que solamente escucha y no hace música (Ding et al., 2024). La escucha y la práctica musical implican una atención intencional, lo que genera mayores beneficios para el alumnado (Greher & Burton, 2021).

Implicar al adolescente en actividades de aprendizaje motivadoras con la música es posible mediante ciertas *apps*. El diseño de su interfaz, el contenido multimedia, la posibilidad de personalización y la presencia de recompensas son características clave en la selección de las aplicaciones por parte de los adolescentes (Chan, Kow & Cheng, 2017; Wang, 2024).

Estudios previos han evaluado posibles *apps* en el aprendizaje y enseñanza de música. Los resultados indicaron más de 100 *apps* que, por su apariencia visual (*design*), conveniencia y función educacional, podrán aportar beneficios a nivel cognitivo y de coordinación neuromotora durante el aprendizaje musical (Lee, 2021). Por ejemplo, la eficacia de la introducción del software digital en las clases de solfeo, específicamente a través de la *app ChordIQ* (*Songtive SIA*), fue evaluada en un estudio de seis meses con 30 pianistas amadores entre los 18 y los 23 años. El grupo experimental que utilizó la aplicación obtuvo un rendimiento significativamente superior en la prueba de solfeo administrada por el profesorado (entre 82 y 89 en 100) comparativamente al grupo de control (que no ha usado la aplicación, entre 64 y 73 en 100). Otros datos experimentales demostraron que, con el uso de aplicaciones móviles, el alumnado presenta una mayor motivación para completar ejercicios auditivos. Además, en un periodo de tiempo más corto, este alumnado obtuvo mejores resultados y un incremento más significativo en su competencia en solfeo en comparación con ejercicios más convencionales (Schüler, 2020). En el caso de la enseñanza específica del canto, se justifica evaluar las *apps*

y sus posibles aplicaciones como herramienta de enseñanza individualizada del canto, una vez que este tipo de enseñanza se ha demostrado promotora de mayores resultados de aprendizaje (Beheshti, 2009). En particular, durante la pubertad la enseñanza individualizada es especialmente importante una vez que, como ya explicado en este capítulo: durante esta etapa ocurren cambios vocales significativos en momentos diferentes y con duraciones diferentes para cada adolescente (Cooksey & Welch, 1998).

3.3. Las aplicaciones móviles en la enseñanza-aprendizaje del canto

La retroalimentación visual en tiempo real proporcionada por el uso de las *apps* fomenta la independencia y la autocorrección, desarrolla las competencias de afinación y posibilita la práctica de ejercicios (Paney & Tharp, 2021). En el aprendizaje del canto, las *apps* que proporcionan el seguimiento visual del tono (*pitch tracker*) complementan el *feedback* verbal que tradicionalmente es dado por los profesores (Ericksson, 2021). Esta retroalimentación en tiempo real permite destacar los errores y ofrece orientación casi inmediata sobre cómo corregirlos. Esto aumenta el número de ciclos de aprendizaje en el aula, porque se reducen los tiempos críticos creados por el tiempo de espera entre el *feedback* verbal del docente y la respuesta del estudiante. Es decir, se acortan los intervalos entre la ejecución del ejercicio, la retroalimentación verbal del docente, el procesamiento de esa información por parte del estudiante y, finalmente, una nueva ejecución del mismo ejercicio de forma mejorada (Welch et al., 2005).

Con otras *apps*, el/la estudiante puede también acceder a componentes igualmente importantes para el aprendizaje del canto, como, por ejemplo, la comprensión de la fisiología de producción vocal. Como la voz es un instrumento musical que no se ve, la visualización y comprensión de las estructuras que forman el instrumento vocal es importante. Para ello, se pueden utilizar *videos* en *Youtube* o la *app Laryngonaut-The interactive 3D larynx* (desarrollado por Scott Moisik, Singapur). Esta aplicación proporciona formas de relacionar el movimiento de ciertas estructuras, como los pliegues vocales, y los resultados sonoros asociados. El entrenamiento respiratorio también es posible mediante el uso de *apps* como *Sing Sharp* (desarrollado por *Sing Sharp Limited*, China), *Prana Breath* (desarrollado por *Oleksandr Albul*, Ucrania) y *SwiftScales* (desarrollado por *VELDEN, EE. UU.*) (Wang, 2024).

En este epígrafe, se presentan ejemplos de aplicaciones que pueden descargarse de forma gratuita, tanto en dispositivos con sistemas operativos *iOS* como *Android*. Muchas ofrecen funciones más completas si se adquiere la versión de pago y otras, en cambio, solo están disponibles mediante pago. Es importante respaldar que existen cientos de *apps* para cantar, apareciendo y desapareciendo del mercado con bastante rapidez. Asimismo, los ejemplos aquí presentados son el resultado de una búsqueda en *Google.com* de *apps* disponibles en *iPhone* y *Android* (en versiones gratuita y de pago). Se sumarían las *apps* obtenidas de esta búsqueda que han resultado interesantes al docente desde el punto de vista pedagógico, tanto

para el aprendizaje autónomo guiado en aula o en clase, como teniendo en cuenta el tipo de interacción que posibilitan. En concreto, se presentan ejemplos de *apps* disponibles tanto en *Apple Store* (versión *iPhone*) y *Google Play* o *Microsoft Store* (versión Android) e información sobre:

- Su puntuación (en 22 de abril 2025, 10:51), en función de la evaluación atribuida por parte de los usuarios y de acuerdo con el número de evaluaciones.
- Si permiten:
 - La retroalimentación visual en tiempo real (*feedback* visual).
 - La monitorización de la afinación (*pitch tracker*).
 - La repetición de ejemplos de ejercicios vocales.
 - La práctica de ejercicios vocales personalizados.
 - El desarrollo del rango vocal.
 - El acompañamiento musical (*karaoke*).
 - La grabación vocal.
 - El análisis vocal.
 - Nivel, puntuaciones y progreso.

Se agrupan estas *apps* en tres grandes tipos, según sus funciones más representativas: (i) entrenamiento vocal específico; (ii) *coaching* vocal; (iii) proporcionar acompañamiento, colaboración e interacción social. Cabe señalar que ninguna empresa creadora de las *apps* aquí mencionadas es parte interesada en este estudio, y que las autoras no obtienen ningún beneficio personal por nombrarlas.

3.3.1. *Apps para el entrenamiento vocal específico*

En la Tabla 1 están sumariadas las *apps* resultantes de esta búsqueda, y teniendo en atención su función principal que, en este caso, es el entrenamiento vocal específico con la posibilidad de auto monitorización y/o la práctica de ejercicios vocales específicos. A continuación de desarrollan las funcionalidades permitidas por cada una de estas *apps* presentadas en la Tabla 1 con más detenimiento.

Tabla 1

Análisis comparativo de aplicaciones móviles que podrán ser usados para el entrenamiento vocal a través de la auto monitorización de ejercicios vocales específicos.

Identificación de la app	Calificación en Google (número de evaluaciones)	Versión gratuita	Versión de pago	Feedback visual	<i>Pitch Tracker</i>	Ejercicios vocales	Personalización de ejercicios vocales	Rango Vocal	<i>Karaoke</i>	Grabación vocal	Análisis vocal	Niveles, puntuaciones y progreso
<i>InsTuner</i>	Apple store: 4.4 (4877); Google play: 4.5 (3112)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Afinación y espectrograma e espectro en versión de pago	No
<i>Nail the Pitch</i>	Apple store: 4.5 (1125); Google play: 4.7 (6436)	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Afinación	No
<i>Singscope</i>	Apple store: 4.5 (67); Google play: 4.1 (6916)	Sí	Sí	Sí	Sí	Versión de pago	Versión de pago	No	Versión de pago	Sí	Afinación y espectrograma e espectro en versión de pago	No
<i>Vocalizer</i>	Apple store: 4.4 (17); Google play: 3.9 (1719)	Sí	No	No	No	No	No	Sí	No	Sí	No	No
<i>Swiftscales Vocal Trainer</i>	Apple store: 4.2 (101); Google play: 3.9 (1719)	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No	Progreso
<i>Perfect Pitch - Learn to Sing</i>	Apple store: 4.4 (15214); Google play: 1.6 (144)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Afinación	Sí	Afinación	Sí

Fuente. Elaboración propia.

a. InsTuner (desarrollado por EUMLab, China)

Existen centenas de *apps* semejantes a esta, en el sentido de que permiten entrenar la afinación de una manera bastante simples, enseñando visualmente, en una línea horizontal, la altura tonal pretendida y, con otro color, el sonido cantado y su proximidad a la nota musical pretendida, marcada también en una línea horizontal, pero de otro color. Una desventaja para los cantantes principiantes, es que esta *app* utiliza únicamente el sistema de notación musical inglés, con C como el “do” del sistema latino. Es posible ampliar las funcionalidades de la versión gratuita en la versión de pago. En esta es posible añadir el historial de afinaciones, y la posibilidad de visualización de un espectro (representación individual de la frecuencia e intensidad de todos los parciales armónicos de la voz en un dado momento en el tiempo) y de un espectrograma (representación visual de la frecuencia e intensidad de todos los parciales armónicos a lo largo del tiempo).

b. Nail the Pitch – Vocal monitor (desarrollado por Autumn Rock, Canadá)

Esta *app* está orientada también para la práctica de la afinación. La ventaja de es que ofrece una banda más amplia de tolerancia en el tono de cada nota, lo que hace con que sea más fácil mantener un tono para principiantes que tienen dificultades en afinar. Las otras aplicaciones (como la presentada anteriormente), tienen contornos de tono (líneas horizontales) más finas y por ello exigen mayor precisión en la afinación y se tornan más difíciles para principiantes.

c. Singscope (desarrollado por Springwell Music, EE. UU.)

Singscope ofrece gratuitamente las funciones básicas que pueden utilizarse para mejorar la afinación. En su versión paga y más elaborada, incluye partituras con vocalizaciones que son muy completas, con escalas pentatónicas, cromáticas, menores, mayores e incluso escalas orientales. Al mismo tiempo, el usuario puede visualizar las notas recibiendo *feedback* en tiempo real sobre su entonación. Esta *app* no registra el progreso longitudinal del estudiantado, pero ayuda a desarrollar competencias de solfeo. La versión de pago también ofrece la posibilidad de importar más partituras (*LeadSheets* en formato *MusicXML*), con canciones o con vocalizaciones para el aprendizaje o la práctica diaria. En esta *app* la nota que se canta se visualiza en tiempo real sobre la partitura, con las variaciones de tono en forma de gráfico.

d. Vocalizer (desarrollado por Hector Ricardo, México)

Esta aplicación ofrece ejercicios básicos de vocalización, con la posibilidad de cantar escalas pentatónicas y cromáticas y aprender los intervalos musicales. Se puede predeterminar el rango vocal en el cual estos ejercicios son practicados, pero no tiene control del tono ni la función de su visualización en tiempo real. Es posible cambiar la velocidad de las vocalizaciones y elegir entre vocalizaciones con patrones tonales ascendientes o descendientes. No tiene ejercicios de respiración, ni sugerencias sobre qué consonantes o vocales utilizar en cada ejercicio. Esto es

una desventaja porque ni todos los estudiantes saben elegir las consonantes o vocales más indicadas a sus necesidades específicas de desarrollo vocal. La recomendación, teniendo en cuenta los resultados de estudios sobre los efectos de ejercicios de semi-oclusión del tracto vocal, sería empezar con vocales fricativas voseadas (/v, b, z, j/), y conjugarlas con vocales cerradas (/i, u/) y después con vocales abiertas (/a, e, o/) (Titze, 2006). Esta aplicación es útil cuando no se dispone de un piano y se necesita calentar o entrenar la voz. Además, cuenta con una secuencia de ejercicios de complejidad gradual.

e. Swiftscales Vocal Trainer (desarrollado por VELDEN, EE. UU.)

Esta es una aplicación para vocalizaciones personalizadas en relación con la velocidad, el tipo de escala musical y la duración. Además, posibilita la creación de ejercicios específicos. Asimismo, los docentes podrán compartir las rutinas específicas con cada uno de sus estudiantes. Es bastante completa en cuanto a ejercicios de calentamiento vocal, más concretamente sugiriendo ejercicios de respiración, ejercicios con trinos de labios y de lengua y con las consonantes nasales. También incluye consejos para la salud vocal. Sin embargo, con esta *app* no se puede controlar el tono de las vocalizaciones, pero es verdad que el usuario puede determinar el tempo de la vocalización -más lento o rápido- en función de lo cómodo que es. La versión gratuita contiene bastantes anuncios. Los efectos del uso de esta *app* en el entrenamiento vocal de estudiantes de enseñanza superior han sido investigados, comparando un grupo de estudiantes expuesto al aprendizaje con esta *app* con un grupo de control con clases más tradicionales de canto. Los resultados indican que los estudiantes que han usado esta *app* tienen mejores resultados, poniendo a manifiesto las ventajas en combinar el *feedback* verbal con el uso de *apps* en la formación vocal de jóvenes estudiantes (Han, 2023).

f. Perfect Pitch - Learn to sing (desarrollado por Learn-to-Sing Music Education & Karaoke Inc., EE. UU.)

Esta *app* combina ejercicios de vocalización, control de afinación y karaoke. Para ello, tiene un rastreador de afinación (*pitch tracker*) durante la práctica de los ejercicios y las canciones. Todavía, no es posible predefinir la tesitura vocal, es decir, el rango de frecuencias en las que estos ejercicios son practicados; solo se puede elegir la octava en la que se desea cantar, lo que puede hacer que algunas canciones resulten más difíciles que otras. Al cantar una canción, la *app* monitoriza la afinación y el progreso, ofreciendo porcentajes y permitiendo visualizar el avance histórico. Esto significa que, para utilizar esta aplicación correctamente, los cantantes no pueden cantar como lo harían normalmente, sino que deben concentrarse en seguir con la mayor precisión posible en movimiento de la barra de afinación.

3.3.2. Apps para el coaching vocal

En la Tabla 2 se presentan las *apps* cuya función principal es de *coaching* vocal, es decir, tiene en atención aspectos más de la interpretación vocal que del entrenamiento vocal. A continuación, se explica con más detenimiento las posibilidades de utilización de estas *apps*.

Tabla 2

Análisis comparativo de aplicaciones para el coaching vocal.

Identificación de la app	Calificación en Google (número de evaluaciones)	Versión gratuita	Versión de pago	Feedback visual	Pitch Tracker	Ejercicios vocales	Personalización de ejercicios vocales	Rango Vocal	Karaoke	Grabación vocal	Análisis vocal	Niveles, puntuaciones y progreso
<i>Appcompanion</i>	Apple store: 4,5 (184); Google play: 4,4 (126)	Sí	Sí	No	No	Versión gratuita: 1000 ejercicios con acompañamiento de piano	No	No	Versión gratuita: 12 canciones con acompañamiento de piano	Sí	No	No
<i>Smule</i>	Apple store: 4,5 (166891); Google play: 3,9 (138 292)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No	Sí

Fuente. Elaboración propia.

a. Erol Singer's Studio (desarrollado por Erol Studios Inc, Canadá)

Erol Singer's Studio es una aplicación móvil desarrollado para apoyar el entrenamiento vocal mediante tecnología interactiva. Su diseño está orientado tanto a estudiantes de distintos niveles como a docentes de canto, ofreciendo una estructura pedagógica que combina teoría musical, ejercicios auditivos y herramientas de retroalimentación en tiempo real. El aplicación incluye 72 clases de canto, cada una enfocada en una habilidad vocal específica y acompañada de instrucciones y ejemplos de audio. Puede detectar de forma automática la tesitura vocal, lo cual permite adaptar los ejercicios al rango vocal del usuario, favoreciendo una progresión ajustada a sus capacidades del momento.

Desde el punto de vista didáctico, la *app* incorpora animaciones tridimensionales para ilustrar aspectos fundamentales de la performance vocal, como la postura corporal y los patrones respiratorios utilizados. Esta visualización es especialmente útil en contextos de enseñanza a distancia o autoaprendizaje. Otra de sus características es la presencia de un detector de afinación en tiempo real, específicamente diseñado para captar matices vocales. A ello se suman 60 ejercicios de entrenamiento auditivo que abordan escalas, intervalos y arpeggios, orientados al desarrollo de la percepción musical. En principiantes, esta *app* facilita la adquisición de técnicas básicas, y permite practicar de forma autónoma con la retroalimentación que posibilita, como, por ejemplo, la de la afinación. En cantantes intermedios, permite identificar zonas problemáticas en el rango vocal, trabajar el timbre y la transición entre registros. Para usuarios avanzados, es posible acceder a recursos para el mantenimiento vocal y para la mejora de la lectura a primera vista de la notación musical. En el contexto docente, se presenta como una herramienta complementaria que permite observar de manera objetiva el

desempeño de los estudiantes, y es especialmente útil en el trabajo con principiantes.

Al contrario de los aplicaciones de *karaoke*, esta *app* no se orienta al entretenimiento, sino al desarrollo sistemático de aspectos de musicalidad vocal. Su interfaz, que incorpora elementos de gamificación, también busca fomentar la motivación del usuario. En suma, se trata de una herramienta con un enfoque formativo que puede complementar eficazmente la enseñanza vocal, y que es particularmente útil en contextos de aprendizaje autónomo o de apoyo a la docencia. Como no incluye repertorio de canciones, podrá ser menos atractivo para usuarios que buscan un enfoque lúdico o de entretenimiento.

b. Sing Sharp Learn to Sing (desarrollado por Sing Sharp Limited, China)

Esta es una *app* que incorpora elementos tanto del entrenamiento técnico como del entretenimiento musical. Ofrece ejercicios de calentamiento vocal, entrenamiento del oído, control de afinación y reconocimiento del rango vocal. Además, incluye algunas funciones de *karaoke* y herramientas visuales para el seguimiento de la afinación. Aunque su estructura pedagógica no es tan definida como la de *Erol Singer's Studio*, permite cierto grado de personalización de los ejercicios y proporciona un entorno accesible para usuarios de nivel básico y/o intermedio. Sin embargo, sus limitaciones en cuanto a la precisión en la detección de la afinación la hacen menos adecuada para niveles avanzados o contextos educativos más formales.

c. Yousician (desarrollado por Yousician Ltd, Finlandia)

Aunque fue concebida inicialmente como una herramienta para el aprendizaje instrumental, esta *app* ha integrado progresivamente un módulo vocal que permite practicar el canto con canciones populares. La experiencia de aprendizaje está basada en la gamificación, que motiva a través de puntuaciones, logros y niveles. También proporciona retroalimentación visual sobre la precisión rítmica y tonal. Sin embargo, no se ofrecen ejercicios específicos de respiración, de entrenamiento del timbre vocal o de desarrollo de la tesitura, lo cual limita su aplicación más allá de la práctica recreativa o inicial. Podrá ser útil como complemento lúdico, especialmente para estudiantes principiantes.

3.3.3. Apps para acompañamiento, colaboración e interacción social

En la Tabla 3 se presentan las *apps* cuya función principal es la de acompañamiento vocal, y de posibilitar la colaboración y la interacción social en red con actividades participativas con el canto. Seguidamente, se explica con más pormenor las posibilidades ofrecidas por estas *apps*.

Tabla 3

Análisis comparativo de aplicaciones para el acompañamiento, colaboración e interacción social con actividades con el canto.

Identificación de la app	Calificación en Google (número de evaluaciones)	Versión gratuita	Versión de pago	Feedback visual	Pitch Tracker	Ejercicios vocales	Personalización de ejercicios vocales	Rango Vocal	Karaoke	Grabación vocal	Análisis vocal	Niveles, puntuaciones y progreso
<i>Erol Singer's Studio</i>	Apple store: 4,7 (98); Microsoft store: 4,4 (37)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Sing Sharp - Learn to sing</i>	Apple store: 4,3 (13459); Google play: 4,1 (83 163)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Yousician</i>	Apple store: 4,6 (121 257); Google play: 4,6 (497 601)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente. Elaboración propia.

a. *Appcompanionist* (desarrollado por *Appcompanionist, LLC, EE. UU.*)

Esta aplicación contiene acompañamientos de piano dirigidos a cantantes de música clásica y de teatro musical. También permite el aprendizaje de un naipe vocal específico, como, por ejemplo, del soprano, con actividades por lo tanto para cantar en grupo. Entre sus funcionalidades se encuentran la posibilidad de realizar transposiciones, controlar el tempo de ejecución y grabar las interpretaciones realizadas. Estas grabaciones facilitan su posterior análisis comparativo. Además, esta *app* también permite aprender algunos matices expresivos, como, por ejemplo, *el rubato, la fermata, el accelerando y el ritardando*, dando a los cantantes la libertad de explorar las variaciones de fraseo y de tiempo durante su práctica vocal. El repertorio gratis incluye 850 ejercicios vocales y 11 acompañamientos instrumentales. Las vocalizaciones integradas han sido extraídas del repertorio tradicionalmente utilizado en la enseñanza del canto lírico, incluyendo métodos como los de Vaccai (Vaccai, 1832), Concone (Concone, 1898) y Marchesi (Marchesi, 1884). La versión de pago ofrece una amplia variedad de acompañamientos musicales, incluyendo canciones, arias líricas y piezas de teatro musical, lo que la convierte esta *app* en una herramienta integral para el estudio vocal especializado de este género musical.

b. *Smule* (desarrollado por *Smule, Inc., EE. UU.*)

Esta es una *app* bastante popular para *karaoke*. Algunas de las canciones incluidas tienen un controlador de tono visual en tiempo real, permitiendo la monitorización de los cantantes mientras siguen las letras de la canción en la

pantalla móvil. Cuenta con una amplia biblioteca de acompañamientos de canciones, con arias de ópera, canciones de teatros musicales y de repertorio de *jazz*. Permite grabar la voz y la imagen y tiene un estudio de edición incorporado. Los resultados de esta edición de las canciones pueden ser compartidos en las redes sociales.

Con esta *app* es posible interpretar solos y duetos o cantar en grupo (principalmente de forma asincrónica). También es posible cantar con cantantes famosos del género musical *pop*, con canciones que se han hecho virales en *YouTube*. Existen varias opciones de edición de la voz grabada: efectos de estudio y filtros de voz como el *autotune* (para mejorar la entonación) y el uso de variados escenarios de reverberación. Estos efectos pueden utilizarse sobre la marcha mientras se canta o más tarde. Estas características de grabación audiovisual, edición y difusión en redes sociales diferencia *Smule* de un *karaoke* normal (Le Bouteiller, 2021).

4. CONSIDERACIONES FINALES

Cantar durante la pubertad implica una serie de desafíos relacionados con los cambios físicos, vocales, emocionales y de desarrollo por los cuales pasan los adolescentes. Estos cambios dan lugar a inseguridades y dificultades de confianza, también debido a las transformaciones morfológicas que ocurren en los diferentes subsistemas que constituyen el instrumento vocal. La selección de repertorio adecuado y la monitorización de la evolución vocal es fundamental para garantizar la salud vocal y sobrepasar los retos vocales de la pubertad que, de otra manera, pueden generar desmotivación hacia la práctica del canto y, por lo tanto, la pérdida de sus beneficios.

En este capítulo se presentaron ejemplos de aplicaciones móviles que pueden servir de herramientas de promoción del aprendizaje vocal de una manera motivadora, aprovechando la familiaridad de los adolescentes con la tecnología móvil y la gamificación que proporcionan. Algunas aplicaciones integran elementos de gamificación, tales como desafíos, niveles y recompensas, lo que hace con que la práctica vocal sea más atractiva y divertida. Estos elementos lúdicos contribuyen para la reducción de la ansiedad y del desánimo que pueden surgir durante la pubertad, favoreciendo la capacidad de resiliencia ante las dificultades.

Las aplicaciones móviles ofrecen la ventaja de contenidos personalizados, ya que muchas de estas plataformas permiten la adaptación de los programas de estudio de acuerdo con el ritmo y el progreso individual del usuario. A través de herramientas multimedia (videos, gráficos y audios), estas aplicaciones enriquecen la experiencia de aprendizaje, convirtiéndola en una actividad más dinámica, participativa y atractiva. También permiten la interacción con tutores virtuales, lo que favorece el establecimiento de un ambiente de aprendizaje colaborativo. Los profesores pueden proporcionar tutorías en línea, responder a dudas de manera inmediata y guiar los estudiantes en su proceso de desarrollo vocal.

El seguimiento del progreso a través de gráficos y porcentajes, así como la posibilidad de consultar el historial de las prácticas, son actividades que fomentan la autoevaluación y la planificación de objetivos a largo plazo. Estos elementos permiten a los estudiantes reflexionar de manera continua sobre su desarrollo vocal, identificando áreas de mejora y ajustando sus prácticas.

El uso de aplicaciones móviles con acompañamiento instrumental también puede ser una herramienta didáctica de gran valor. Se pueden trabajar tanto partes específicas de una canción como su interpretación completa, favoreciendo la práctica vocal en contextos de preparación para la performance. Algunas aplicaciones también ofrecen la opción de alterar la tonalidad de las canciones, lo cual es útil para evitar la fatiga vocal y fomentar la progresión gradual del desarrollo vocal. Además, estas aplicaciones suelen incluir herramientas de *pitch tracker* y de visualización sincronizada de la letra y algunas contienen funciones de grabación, análisis y edición.

El profesorado, por su parte, puede proporcionar recomendaciones sobre cómo integrar actividades de canto en el entorno familiar, lo que permite a los adolescentes practicar en un contexto de apoyo y orientación continua. Esto favorece el desarrollo vocal en un entorno seguro, complementando la práctica en plataformas digitales con el acompañamiento cercano de la familia.

En definitiva, y tal como se sumaría en la Figura 2, el aprendizaje del canto durante la pubertad puede enriquecerse significativamente mediante el uso de aplicaciones móviles, siempre que su implementación sea planificada cuidadosamente por el docente. Cuando estas herramientas tecnológicas se integran de manera estructurada en el proceso educativo, se facilita la adquisición de competencias vocales y el aprendizaje participativo, tanto en el aula como fuera de ella. En este contexto, los adolescentes descubren nuevas formas de utilizar sus dispositivos móviles más allá del consumo pasivo realizado para su entretenimiento (como los juegos), o para visualización de los contenidos de redes sociales.

A través de una orientación pedagógica adecuada, el uso de estas aplicaciones permite transformar los teléfonos inteligentes en aliados del aprendizaje musical, promoviendo la autonomía, el compromiso personal y el desarrollo de una práctica vocal más consciente y sostenida.

El aprendizaje participativo y estructurado con aplicaciones móviles podrá constituir una estrategia para estimular el canto durante la pubertad, y el canto, a su vez, podrá ser una buena estrategia de *coping* frente a los cambios físicos, mentales y sociales de la pubertad.

Figura 2

Resumen sobre los aplicaciones de los teléfonos móviles como estrategia de aprendizaje participativo y estructurado durante la pubertad a través del canto.



Fuente. Elaboración propia.

REFERENCIAS

Abi-Jaoude, E., Naylor, K. T., & Pignatiello, A. (2020). Smartphones, social media use and youth mental health. *Canadian Medical Association Journal*, 192(6), E136-E141. <https://doi.org/10.1503/cmaj.190434>

Anderson, M., Faverio, M., & Gottfried, J. (2023). Teens, Social Media and Technology 2023: YouTube, TikTok, Snapchat and Instagram remain the most widely used online platforms among U.S. teens. <https://www.pewresearch.org/internet/2023/12/11/teens-social-media-and-technology-2023/>

Beheshti, S. (2009). Improving studio music teaching through understanding learning styles. *International Journal of Music Education*, 27(2), 107-115. <https://doi.org/10.1177/0255761409102319>

Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A., & Olson, J. E. (1999). The Effect of Early Music Training on Child Cognitive Development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20(4), 615-636. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(99\)00033-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0193-3973(99)00033-7)

Bungay, H., & Vella-Burrows, T. (2013). The effects of participating in creative activities on the health and well-being of children and young people: a rapid review of the literature. *Perspectives in Public Health*, 133(1), 44-52. <https://doi.org/10.1177/1757913912466946>

- Chan, A., Kow, R., & Cheng, J. K. (2017). Adolescents' perceptions on smartphone applications (apps) for health management. *Journal of mobile technology in medicine*, 6(2), 47–55. <https://doi.org/10.7309/jmtm.6.2.6>
- Clift, S. M., & Hancox, G. (2001). The perceived benefits of singing: findings from preliminary surveys of a university college choral society. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 121(4), 248-256. <https://doi.org/10.1177/146642400112100409>
- Concone, G. (1898). *Thirty exercises for the voice* (Vol. 294). G. Schirmer. <https://ia600202.us.archive.org/9/items/thirtyexercisef00conc/thirtyexercisef00conc.pdf>
- Cooksey, J. M., & Welch, G. F. (1998). Adolescence, Singing Development and National Curricula Design. *British Journal of Music Education*, 15(1), 99-119. <https://doi.org/10.1017/S026505170000379X>
- Crocco, L., Madill, C. J., & McCabe, P. (2017). Evidence-based Frameworks for Teaching and Learning in Classical Singing Training: A Systematic Review. *Journal of Voice*, 31(1), 130.e137-130.e117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.12.001>
- Ding, K., Li, J., Li, X., & Li, H. (2024). Understanding the Effect of Listening to Music, Playing Music, and Singing on Brain Function: A Scoping Review of fNIRS Studies. *Brain Sciences*, 14(8), 751. <https://www.mdpi.com/2076-3425/14/8/751>
- Erickson, H. M. (2021). Mobile Apps and Biofeedback in Voice Pedagogy. *Journal of Singing*, 77(4), 485-500.
- Euling, S. Y., Herman-Giddens, M. E., Lee, P. A., Selevan, S. G., Juul, A., Sorensen, T. I. A., Dunkel, L., Himes, J. H., Teilmann, G., & Swan, S. H. (2008). Examination of US puberty-timing data from 1940 to 1994 for secular trends: Panel findings. *Pediatrics*, 121, S172-S191. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-1813D>
- Ficek-Tani, B., & Habibi, A. (2022). Why Should I Learn Music? It Can Be Good for Your Brain! *Frontiers of Young Minds*, 10. <https://doi.org/10.3389/frym.2022.691255>
- Goddings, A. L., Heyes, S. B., Bird, G., Viner, R. M., & Blakemore, S. J. (2012). The relationship between puberty and social emotion processing. *Developmental Science*, 15(6), 801-811. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01174.x>
- Greenspon, E. B., & Montanaro, V. (2023). Singing ability is related to vocal emotion recognition: Evidence for shared sensorimotor processing across speech and music. *Attention Perception & Psychophysics*, 85(1), 234-243. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02613-0>
- G. E. M. R. (Global Education Monitoring Report Team) (2023). *Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms?* UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>

- Greher, G. R., & Burton, S. L. (2021). *Creative Music Making at Your Fingertips: A Mobile Technology Guide for Music Educators*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190078119.001.0001>
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Veiga, R., Joshi, A. A., Leahy, R. M., Haldar, J. P., Varadarajan, D., Bhushan, C., & Damasio, H. (2018). Childhood Music Training Induces Change in Micro and Macroscopic Brain Structure: Results from a Longitudinal Study. *Cerebral Cortex*, 28(12), 4336-4347. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx286>
- Han, Y. (2023). Using mobile applications in the study of vocal skills. *Education and Information Technologies*, 28(2), 2107-2127. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11268-1>
- Hennessy, S. L., Sachs, M. E., Ilari, B., & Habibi, A. (2019). Effects of Music Training on Inhibitory Control and Associated Neural Networks in School-Aged Children: A Longitudinal Study. *Frontiers in Neuroscience*, 13, Article 1080. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01080>
- Ilari, B., Fesjian, C., & Habibi, A. (2018). Entrainment, theory of mind, and prosociality in child musicians. *Music & Science*, 1, 2059204317753153. <https://doi.org/10.1177/2059204317753153>
- Jenkins, J. S. (1998). The voice of the castrato. *Lancet*, 351(9119), 1877-1880. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(97\)10198-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(97)10198-2)
- Jentschke, S., Koelsch, S., & Friederici, A. D. (2005). Investigating the relationship of music and language in children: influences of musical training and language impairment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 231-242. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.016>
- Krohling, L. L., de Paula, K. M. P., & Behlau, M. S. (2016). Behavior, social competence, and voice disorders in childhood and adolescence. *Journal of voice*, 30(6), 677-683. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.08.005>
- Le Bouteiller, M. (2021). Singing and playing music through mobile applications: Smule, a new music experience. *De Musica*, 25(1). *De Musica*, 25(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.54103/2465-0137/16877>
- Lee, E. (2021). *Evaluating Children's Music Apps APPS For 21st-Century Learning: An Applied Assessment Analysis Of 100 Apps*. Doctoral Dissertation, San Francisco State University.
- Lee, H., Kim, J. W., & Choi, T. Y. (2017). Risk Factors for Smartphone Addiction in Korean Adolescents: Smartphone Use Patterns. *J Korean Med Sci*, 32(10), 1674-1679. <https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.10.1674>
- Linders, B., Massa, G. G., Boersma, B., & Dejonckere, P. H. (1995). Fundamental voice frequency and jitter in girls and boys measured with electroglottography: influence of age and height. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 33(1), 61-65. [https://doi.org/10.1016/0165-5876\(95\)01197-j](https://doi.org/10.1016/0165-5876(95)01197-j)

- Marchesi, M., & Cornell, J. H. (1884). Twenty-four vocalises for soprano or mezzo-soprano, op. 2: introduction to the 24 vocalises, op. 6 (for perfecting the mechanism of the voice). G. Schirmer. <https://books.google.pt/books?id=EqAyAQAAMAAJ>
- Marco Hernández, M., Benítez, R., Medranda, I., Pizarro, C., & Méndez, M. J. (2008). [Normal physiological variations of pubertal development: starting age of puberty, menarcheal age and size]. *Anales de Pediatría (Barc)*, 69(2), 147-153. <https://doi.org/10.1157/13124894> (Variaciones fisiológicas normales del desarrollo puberal: edad del inicio puberal, edad de la menarquia y talla.)
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44(235), 291-303. <https://doi.org/10.1136/adc.44.235.291>
- Ng, D. T. K., Ng, E. H. L., & Chu, S. K. W. (2022). Engaging students in creative music making with musical instrument application in an online flipped classroom. *Education and Information Technologies*, 27(1), 45-64. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10568-2>
- Nguyen, T., Reisner, S., Lueger, A., Wass, S. V., Hoehl, S., & Markova, G. (2023). Sing to me, baby: Infants show neural tracking and rhythmic movements to live and dynamic maternal singing. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 64, 101313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dcn.2023.101313>
- Ofcom. (2023-2024). Children and Parents: Media Use and Attitudes Report, 2023 and 2024. <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/research-and-data/media-literacy-research/children/childrens-media-use-and-attitudes-2023/childrens-media-use-and-attitudes-report-2023.pdf?v=329412>
- Paney, A. S., & Tharp, K. L. (2021). The effect of concurrent visual feedback on adult singing accuracy. *Psychology of Music*, 49(3), 360-370. <https://doi.org/10.1177/0305735619854534>
- Persico, G., Antolini, L., Vergani, P., Costantini, W., Nardi, M. T., & Bellotti, L. (2017). Maternal singing of lullabies during pregnancy and after birth: Effects on mother-infant bonding and on newborns' behaviour. *Concurrent Cohort Study. Women and Birth*, 30(4), e214-e220. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wombi.2017.01.007>
- Rinta, T., & Welch, G. F. (2008). Should Singing Activities Be Included in Speech and Voice Therapy for Prepubertal Children? *Journal of Voice*, 22(1), 100-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.08.002>
- Rummler, K., Grabensteiner, C., & Schneider-Stingelin, C. (2020). Mobile learning for homework: Emerging cultural practices in the new media ecology. [El aprendizaje móvil en las tareas escolares: Prácticas culturales emergentes en la nueva ecología mediática]. *Comunicar: Media Education Research Journal*, 65, 101-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C65-2020-09>

- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 219-230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1196/annals.1360.015>
- Schüler, N. (2020). Modern approaches to teaching sight singing and eartraining. *Facta Universitatis, Series: Visual Arts and Music*, 6(2), 83-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.22190/FUVAM2002083S>
- Segall, L. E. (2017). The effect of group singing on the voice and swallow function of healthy, sedentary, older adults: A pilot study. *The Arts in Psychotherapy*, 55, 40-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aip.2017.02.007>
- Sørensen, K., Mouritsen, A., Aksglaede, L., Hagen, C. P., Mogensen, S. S., & Juul, A. (2012). Recent Secular Trends in Pubertal Timing: Implications for Evaluation and Diagnosis of Precocious Puberty. *Hormone Research in Paediatrics*, 77(3), 137-145. <https://doi.org/10.1159/000336325>
- Southgate, D. E., & Roscigno, V. J. (2009). The Impact of Music on Childhood and Adolescent Achievement. *Social Science Quarterly*, 90(1), 4-21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2009.00598.x>
- Tindell, D. R., & Bohlander, R. W. (2012). The Use and Abuse of Cell Phones and Text Messaging in the Classroom: A Survey of College Students. *College Teaching*, 60(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/87567555.2011.604802>
- Titze, I. R. (2006). Voice Training and Therapy With a Semi-Occluded Vocal Tract: Rationale and Scientific Underpinnings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 448-459. [https://doi.org/doi:10.1044/1092-4388\(2006/035\)](https://doi.org/doi:10.1044/1092-4388(2006/035))
- Torikka, A., Kaltiala-Heino, R., Rimpelä, A., Marttunen, M., Luukkaala, T., & Rimpelä, M. (2014). Self-reported depression is increasing among socio-economically disadvantaged adolescents – repeated cross-sectional surveys from Finland from 2000 to 2011. *BMC Public Health*, 14(1), 408. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-408>
- Twenge, J. M., & Farley, E. (2021). Not all screen time is created equal: associations with mental health vary by activity and gender. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 56(2), 207-217. <https://doi.org/10.1007/s00127-020-01906-9>
- Vaccari, N. (1832). *Practical method of Italian singing: for soprano or tenor*. Ravenio Books.
- Villanueva, J., Ilari, B., & Habibi, A. (2024). Long-term music instruction is partially associated with the development of socioemotional skills. *PLoS One*, 19(7), e0307373. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307373>
- Vorperian, H. K., Wang, S., Chung, M. K., Schimek, E. M., Durtschi, R. B., Kent, R. D., Ziegert, A. J., & Gentry, L. R. (2009). Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: An imaging study). *The Journal of the*

- Acoustical Society of America, 125(3), 1666-1678.
<https://doi.org/10.1121/1.3075589>
- Wacks, Y., & Weinstein, A. M. (2021). Excessive Smartphone Use Is Associated With Health Problems in Adolescents and Young Adults. *Frontiers in Psychiatry*, 12, Article 669042. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.669042>
- Wang, H. (2018). The Application of Flipped Classroom in Colleges and Universities Piano Collective Classes. *Creative Education*, 9, 1021-1026.
<https://doi.org/10.4236/ce.2018.97075>.
- Wang, Y. (2024). The effectiveness of innovative technologies to manage vocal training: the knowledge of breathing physiology and conscious control in singing. *Education and Information Technologies*, 29(6), 7303-7319.
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-12108-6>
- Welch, G. (2011). The benefits of singing for adolescents. Institute of Education, University of London. https://www.researchgate.net/profile/Graham-Welch/publication/273427833_The_Benefits_of_Singing_for_Adolescents/links/550060f30cf2d61f820d6e51/The-Benefits-of-Singing-for-Adolescents.pdf
- Welch, G. F., Howard, D. M., Himonides, E., & Brereton, J. (2005). Real-time feedback in the singing studio: an innovatory action-research project using new voice technology. *Music education research*, 7(2), 225-249.
<https://doi.org/10.1080/14613800500169779>
- Wulff, V., Hepp, P., Wolf, O. T., Balan, P., Hagenbeck, C., Fehm, T., & Schaal, N. K. (2021). The effects of a music and singing intervention during pregnancy on maternal well-being and mother-infant bonding: a randomised, controlled study. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 303(1), 69-83.
<https://doi.org/10.1007/s00404-020-05727-8>
- Yuen, C. W.-N., & Ma, E. P.-M. (2024). Systematic Review: Singing-Based Interventions to Improve Physical Functions Related to Aging Voice in Older Adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(7), 2139-2158.
https://doi.org/doi:10.1044/2024_JSLHR-23-00641

REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE PATRIMONIO: EL CASO DE LA CAPILLA SIXTINA

Pedro César Mellado Moreno, URJC

César Bernal Bravo, URJC

1. INTRODUCCIÓN

En la era digital, la educación está experimentando una transformación sin precedentes. Las tecnologías emergentes, como la Realidad Virtual (RV), están revolucionando la manera en que enseñamos y aprendemos, ofreciendo nuevas oportunidades para explorar y comprender el patrimonio cultural. Este capítulo, titulado «Realidad Virtual para la Enseñanza de Patrimonio. El Caso de la Capilla Sixtina», se centra en cómo la RV puede ser utilizada como una herramienta poderosa para la enseñanza del patrimonio, con un enfoque particular en la Capilla Sixtina, una de las joyas más preciadas del arte renacentista.

La Capilla Sixtina, ubicada en la Ciudad del Vaticano, es mundialmente conocida por sus impresionantes frescos, especialmente el techo pintado por Miguel Ángel. Este espacio no solo es un testimonio del genio artístico del Renacimiento, sino también un símbolo de la historia y la cultura europea. Sin embargo, la enseñanza de su riqueza artística y su contexto histórico puede ser un desafío en el aula tradicional. Aquí es donde la Realidad Virtual entra en juego, ofreciendo una solución innovadora para superar estas barreras.

La RV permite al alumnado sumergirse en un entorno tridimensional que recrea fielmente la Capilla Sixtina. A través de esta tecnología, el alumnado puede explorar cada rincón de la capilla, observar los detalles de los frescos de cerca y comprender mejor el contexto histórico y artístico en el que fueron creados. Esta experiencia inmersiva no solo enriquece el aprendizaje, sino que también aumenta la motivación y el interés de los participantes.

La integración de tecnologías emergentes en la educación ha sido objeto de numerosos estudios y debates académicos. La RV, en particular, ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en diversos contextos educativos. Según Serrano Alegre et al. (2017), la RV y otras tecnologías innovadoras están revolucionando los modelos tradicionales de difusión educativa del patrimonio, promoviendo la inclusividad y la accesibilidad en la educación patrimonial. Su proyección en la actualidad es enorme gracias a la universalización del acceso a dispositivos tecnológicos como los teléfonos inteligentes, que tienen el potencial de poder interactuar con cualquier elemento u objeto patrimonial, permitiendo producir artefactos didácticos digitales para su uso dentro de las aulas en etapas de educación obligatoria. Además, su universalización en el acceso lleva aparejado una universalización en el manejo. Es decir, permite la posibilidad de

generar artefactos digitales educativos intuitivos que empleen los conocimientos previos que tienen la mayoría de los escolares sobre el uso del móvil con el potencial de poder ser aplicado también fuera del aula, en cualquiera de las experiencias que se deseen realizar como visitas a museos o entornos de interés patrimonial.

2. LA REALIDAD VIRTUAL EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS SOCIALES

La RV ha avanzado significativamente en los últimos años, pasando de ser una tecnología emergente a una herramienta accesible y efectiva en diversos campos, incluida la educación, con un incremento en su capacidad para poder integrarse con otros dispositivos digitales (Álvarez Morales et al., 2016). La capacidad de crear entornos virtuales inmersivos ha abierto nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje, permitiendo al alumnado interactuar con los contenidos de manera más directa y significativa.

Uno de los principales beneficios de la RV en el aprendizaje de Ciencias Sociales es su capacidad para crear experiencias de aprendizaje inmersivas. La RV permite al alumnado «viajar» a diferentes épocas y lugares, proporcionando una comprensión más profunda y contextualizada de los eventos y procesos históricos. Algo que, además, facilita el aprendizaje activo y participativo (Ortega Sánchez et al., 2016). La capacidad de interactuar con el entorno virtual y con otros estudiantes en tiempo real fomenta una mayor implicación y colaboración, lo que puede conducir a un aprendizaje más significativo y duradero. Sousa-Ferreira et al. (2021) destacan que la RV mejora aspectos significativos del proceso formativo, como la participación del alumnado, la motivación hacia el aprendizaje y los progresos académicos. La capacidad de interactuar con el entorno virtual y con otros estudiantes en tiempo real fomenta una mayor implicación y colaboración (Moreno Martínez & Franco-Mariscal, 2023), lo que puede conducir a un aprendizaje más significativo y duradero, a la vez que proporcionar una perspectiva crítica hacia objetos de conocimiento científico y hacia la propia manera en la que se enseña y aprenden las ciencias.

La RV también ofrece oportunidades para la personalización del aprendizaje. Los entornos virtuales pueden adaptarse a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes, permitiendo un enfoque más centrado en el alumnado. Esto es particularmente beneficioso en la enseñanza de las Ciencias Sociales, donde los estudiantes pueden tener diferentes niveles de conocimiento previo y diferentes intereses. La personalización del aprendizaje a través de la RV puede ayudar a cerrar las brechas de conocimiento y a mantener a los estudiantes comprometidos y motivados. Por ejemplo, en un estudio con 30 participantes, se exploró la posibilidad de aprender geografía en un entorno virtual colaborativo. Los participantes evaluaron y comentaron sobre la usabilidad y los métodos de interacción utilizados dentro del entorno virtual, destacando la eficacia de la RV para facilitar la comprensión de conceptos geográficos y mejorar la experiencia de aprendizaje (Dolezal et al., 2017). La RV se basa en la hipótesis de que el

conocimiento se retiene de manera más efectiva cuando se experimenta directamente, como por ejemplo a través de experiencias gamificadas que permiten adaptar niveles de dificultad flexibles (López-Bouzas & Del Moral Pérez, 2023), en lugar de ser simplemente observado o escuchado. Este enfoque, conocido como aprendizaje en primera persona, sostiene que los individuos adquieren la mayoría de sus conocimientos a través de experiencias directas y subjetivas. En contraste, el aprendizaje en tercera persona, característico de las metodologías educativas tradicionales, que implica una adquisición de conocimiento indirecta y objetiva. La RV, al proporcionar experiencias inmersivas, promueve un aprendizaje más activo y participativo, alejándose del método expositivo tradicional que convierte al alumnado en un receptor pasivo.

En el contexto de la enseñanza de la Historia, es habitual y compartido el diagnóstico de las dificultades que enfrenta el alumnado ante la ausencia de materiales de aprendizaje que ajerzan de apoyo a los materiales más tradicionales (Khalid & Farhana Nor Shuhada, 2019). Ante esto, la RV y los videojuegos se han utilizado para facilitar el aprendizaje de civilizaciones antiguas. Una propuesta didáctica para el tercer ciclo de educación primaria empleó videojuegos como "Assassin's Creed: Discovery Tour" y "Minecraft Education Edition" para explorar y representar aspectos de las culturas griega, vikinga y egipcia. La metodología, basada en la gamificación y el aprendizaje basado en juegos, demostró ser efectiva, logrando un alto grado de consecución de los objetivos didácticos propuestos y manteniendo un alto nivel de motivación entre los estudiantes (González-Lara & Delgado-Algarra, 2022).

Otro ejemplo en el que se emplean videojuegos de estrategia histórica, como es el caso de la saga Civilization (Pereira-García & Gómez-Gonzalvo, 2015). A través de una estructura y narrativa histórica del juego, trabajar elementos clave de la competencia histórica como es el concepto de «tiempo cronológico» desde una perspectiva que permite incluir un aprendizaje con sentido crítico, dado que los videojuegos, en tanto que productos culturales, tienden a reproducir visiones hegemónicas y dominantes de los hechos históricos.

2.1. La RV en la educación patrimonial

En el contexto de Didáctica de las Ciencias Sociales, las experiencias educativas con RV para el aprendizaje del patrimonio cultural ofrece una serie de ventajas únicas. En primer lugar, permite al alumnado acceder a lugares y obras de arte que de otro modo serían inaccesibles debido a la distancia geográfica, el costo o las restricciones de conservación. Por ejemplo, no todas las personas tienen la oportunidad de visitar los museos vaticanos en persona, pero a través de la RV, pueden experimentar una visita virtual que les permite explorar este espacio icónico en detalle.

Además, la RV facilita una comprensión más profunda y contextualizada del patrimonio cultural. El alumnado, pero también cualquier adulto que tenga interés en la materia, no solo pueden ver las obras de arte, sino también interactuar con ellas, aprender sobre su historia y significado, y comprender el contexto en el que

fueron creadas. Esta interacción activa y multisensorial puede mejorar significativamente la retención de información y el entendimiento crítico. Luna et al. (2019) destacan que las aplicaciones de RV en la educación patrimonial pueden incorporar elementos de engagement como juegos y retos, lo que aumenta la motivación y el interés de los estudiantes. No obstante, la oferta de recursos de este tipo sigue lejos de ser habitual, lo que hace que siga siendo percibido como un elemento extraño en el ámbito educativo y se encuentran con la dificultad de poder ofrecer soporte durante proyectos de largo plazo.

Además, la concepción de estos recursos suele tener un enfoque extracurricular y no formal. Es decir, se entiende que la aplicación a la educación obligatoria es colateral. El diseño de artefactos didácticos para la interpretación de elementos patrimoniales suelen estar concebidos para su uso fuera del aula (Hernández Cardona & Rojo Ariza, 2012), por lo que el uso de este tipo de recursos digitales suele estar restringido a la presencialidad del lugar en el que se haya el objeto o entorno patrimonial.

3. EL CASO DE LA CAPILLA SIXTINA

3.1. Contextualización y metodología

La experiencia que aquí se describe fue realizada en la Universidad Rey Juan Carlos, dentro de las actividades del Master universitario en Formación del profesorado de Ed. Secundaria, Bachillerato, FP e Idiomas en la espacialidad de Geografía e Historia. De igual modo, se repitió la experiencia con profesorado en activo dentro del marco de la Semana de la Ciencia. El objetivo general de la experiencia era proporcionar por parte del alumnado una retroalimentación acerca de su experiencia en el uso de la Realidad Virtual para el trabajo con contenidos de carácter patrimonial e histórico. Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Percepción sobre las fortalezas y debilidades de la Realidad Virtual como recurso educativo.
- Grado de satisfacción con la participación en la actividad.
- Áreas potencialmente beneficiadas en su uso en Ciencias Sociales.

Para dar respuesta a los objetivos, se organizó una sesión con el alumnado para, posteriormente, solicitar su participación en un cuestionario.

Figura 1

Escenario de Educa360 con escenas del Nuevo Testamento.



Fuente. Elaboración propia.

3.2. Descripción de la experiencia

Antes de comenzar con el uso de dispositivos, se facilitó a los participantes cierta información acerca del entorno a explorar. Partiendo de que se trata de personas con formación, se pudo profundizar en algunos detalles precisos acerca del contexto histórico de la capilla y de la obra escultórica y pictórica de Miguel Ángel, las tesis ideológicas y teológicas del momento, el desarrollo de los talleres florentinos en el siglo XV, la técnica del fresco, los nuevos parámetros de la excelencia decorativa y la secuencia de los frescos de la bóveda desde el altar.

Para el desarrollo de la experiencia con RV se emplearon cinco dispositivos y una plataforma web. Los dispositivos fueron las gafas «Meta Quest 3» integradas en la plataforma de metaverso educativo «Educa 360» (<https://educa360.com/>), donde se habilitó un aula virtual titulada «Capilla Sixtina en proceso». Este aula tiene un carácter didáctico de especial interés, dado que sitúa el escenario en el momento en que Miguel Ángel acaba de comenzar a trasladar los bocetos de la obra a la bóveda de la capilla, mostrando por tanto el lugar de trabajo del artista y los retos y dificultades que conllevaba la ejecución de la obra dada su propia naturaleza.

La experiencia virtual permitió al alumnado moverse libremente por la capilla, acercarse a los frescos y observar detalles que serían difíciles de apreciar en una visita física. Además, pudieron contrastar su experiencia con la información adicional que al principio de la sesión se dio de la obra, como su contexto histórico, los métodos utilizados y el significado de algunos de los elementos simbólicos.

Figura 2

Escenario de Educa360 con escena incompleta de El Arca de Noé y de Silabia Eritrea.



Fuente. Elaboración propia.

Para la ejecución de la experiencia, el alumnado fue accediendo en grupos de cinco personas y mediante la exploración del entorno virtual fueron identificando los siguientes elementos:

1. Identificación de relatos del Antiguo y Nuevo Testamento.
2. Identificación de las obras de Perugino, Botticelli, Ghirlandaio y Rosselli.
3. Identificación de la técnica de pintura al fresco y sus materiales.
4. Programa iconográfico e ideológico de la obra.

Figura 3*Desarrollo de la experiencia.*

Fuente. Elaboración propia.

3.3. Muestra e instrumento

La muestra albergó un total de 30 participantes. Cada uno de los participantes cumplimentó un cuestionario. El diseño del cuestionario parte del cuestionario LORI (Learning Object Review Instrument), una herramienta diseñada para evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje. El cuestionario LORI evalúa los objetos de aprendizaje en función de nueve dimensiones:

1. Calidad de los contenidos: Veracidad, exactitud, presentación equilibrada de ideas y nivel adecuado de detalle.
2. Adecuación de los objetivos de aprendizaje: Coherencia entre los objetivos, actividades, evaluaciones y el perfil del alumnado.
3. Feedback y adaptabilidad: Capacidad del contenido para adaptarse y proporcionar retroalimentación según las respuestas y estilos de aprendizaje de los alumnos.
4. Motivación: Capacidad para motivar y generar interés en los estudiantes.
5. Diseño y presentación: Diseño de la información audiovisual que favorece el procesamiento adecuado de la información.
6. Usabilidad: Facilidad de navegación, interfaz intuitiva y calidad de los recursos de ayuda.
7. Accesibilidad: Adaptación del diseño para personas con discapacidades y dispositivos móviles.
8. Reusabilidad: Capacidad para ser utilizado en diferentes escenarios de aprendizaje y con estudiantes de diversos antecedentes.
9. Cumplimiento de estándares: Adecuación a los estándares y especificaciones internacionales.

Cada una de estas dimensiones se evalúa utilizando una escala Likert del 1 al 5, donde 1 es bajo y 5 es alto. Se consideró necesaria una adecuada adaptación del cuestionario a la experiencia de RV, quedando un cuestionario en los términos recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1

Preguntas del cuestionario.

1	La herramienta no presenta errores técnicos
2	La navegación en la herramienta a la hora de diseñar contenidos es fácil, intuitiva y ágil
3	La herramienta permite un uso didáctico del currículum de Educación Secundaria
4	La herramienta permite proponer actividades en el aula alineadas con los objetivos curriculares
5	La herramienta dispone de instrucciones claras para el alumnado sobre cómo se puede usar para aprender
6	La herramienta permite adecuar el contenido a las necesidades específicas de cada alumno/a
7	La herramienta permite generar contenidos motivadores, relevantes y relacionados con los intereses del alumnado
8	La herramienta permite generar contenido que el alumnado perciba como relevante/ significativo en su entorno vital, profesional y/o social
9	La herramienta permite generar contenidos que promuevan el aprendizaje de forma autónoma, relacionar conceptos ya aprendidos con los nuevos conceptos o la creación de nuevas ideas
10	La herramienta permite generar contenidos o actividades de diferentes tipos o niveles
11	El docente puede usar un contenido generado en la herramienta independientemente del método de enseñanza que utilice
12	La estructura visual propicia la identificación efectiva de los elementos presentes en pantalla y se aprovechan formatos multimodales: texto, imagen, audio, vídeo
13	El formato y diseño de los contenidos audiovisuales favorece la comprensión y asimilación del conocimiento que contienen
14	El contenido que se genera es estéticamente adecuado para el estudio y la reflexión. Por ejemplo, no tiene exceso de colores, sonidos, o elementos molestos o que distraigan la atención
15	La herramienta genera contenido modularmente, de forma que todos o alguna de sus partes puede volver a utilizarse para construir otros contenidos
16	El contenido puede utilizarse en diversos entornos de aprendizaje: presencial, virtual, mixto
17	Grado de utilidad como docente que le has encontrado a la actividad
18	Grado en el que te ha gustado o resultado motivante la actividad
19	Recomendaría el uso de Realidad Virtual para preparar una clase o programación didáctica de Historia

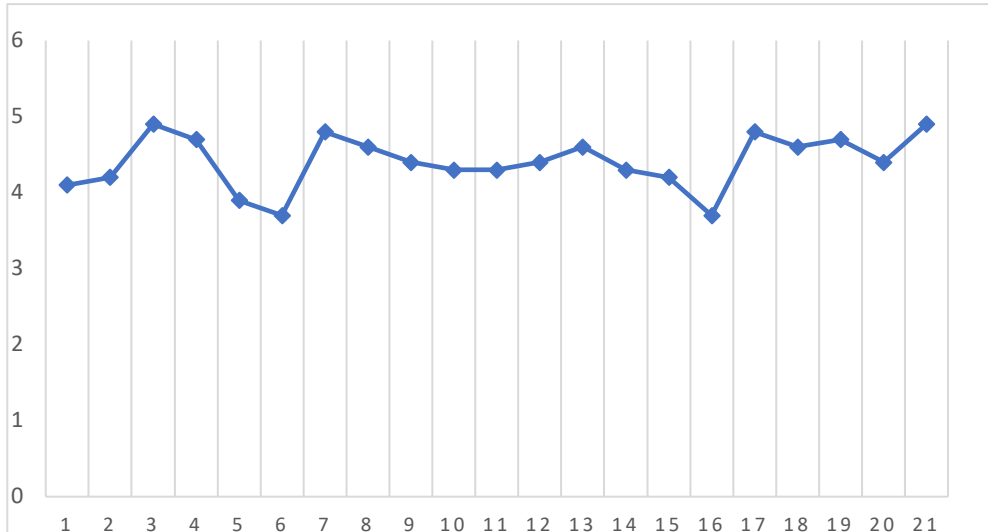
20	Recomendaría el uso de Realidad Virtual para preparar una clase o programación didáctica de Geografía
21	Recomendaría el uso de Realidad Virtual para preparar una clase o programación didáctica de Arte/Patrimonio

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados del cuestionario (Figura 4), arroja una satisfacción general notable (4,4 sobre 5) aunque con algunas diferencias relevantes que permiten identificar fortalezas y debilidades del diseño. En cuanto a las fortalezas, el escenario de RV empleado se identifica como útil para su uso en Educación Secundaria (4,9), dado que facilita el diseño de actividades relevantes (4,6) relacionadas con los objetivos curriculares (4,7).

Figura 4

Resultados del cuestionario.



Fuente. Elaboración propia.

El formato de RV se percibe con un diseño audiovisual comprensible y favorecedor del aprendizaje (4,6), útil para la docencia (4,8) y motivante para el alumnado (4,6). Dentro del ámbito de las Ciencias Sociales, se destaca su utilidad para el aprendizaje de contenidos relacionados con el Arte y el Patrimonio (4,9), así como de Historia (4,7), en detrimento de contenidos adscritos al ámbito de la Geografía (4,4).

En lo referido a las debilidades detectadas, se reporta por parte de los participantes ciertos errores técnicos (4,1) que hacen necesario mejorar la movilidad en el entorno virtual para hacerlo más intuitivo y fluido. Esto se encuentra relacionado con que los participantes reporten que las instrucciones

para su uso hayan sido insuficientes (3,9). Ambos datos sugieren la necesidad de realizar una preparación previa más técnica para que los usuarios adquieran confianza y seguridad en el uso de la herramienta para poder, posteriormente, comprometerse más con la experiencia didáctica. Por último, las personas participantes tampoco percibieron la posibilidad de poder emplear este recurso en diferentes contextos (3,7), de manera que no se identificaba cómo pueden interactuar objetos digitales de aprendizaje con entornos u otros objetos no digitales.

4. CONCLUSIONES

La implementación de la RV en la enseñanza del patrimonio cultural ofrece numerosos beneficios, pero también presenta desafíos que deben ser considerados. Entre los beneficios, destaca la capacidad de crear experiencias de aprendizaje inmersivas y atractivas que pueden aumentar la motivación y el interés de los estudiantes. Su carácter visual es apreciado por el alumnado y por el futuro profesorado, que lo percibe con utilidad a la hora de buscar alternativas a implementar en el aula. La RV también facilita el acceso a lugares y obras de arte que de otro modo serían inaccesibles, y permite una comprensión más profunda y contextualizada del patrimonio cultural.

Sin embargo, la implementación de la RV a través de la experiencia descrita también presenta desafíos y posibilidades de mejora. Además de cuestiones de carácter logístico, como puede ser el costo de la tecnología, que puede ser prohibitivo para algunas instituciones educativas, el profesorado deberá enfrentar cuestiones de carácter didáctico de relevancia. La integración de la RV en el currículo requiere una planificación cuidadosa y la formación de los docentes para asegurar que la tecnología se utilice de manera efectiva. A pesar de haber empleado para esta experiencia una tecnología puntera en el campo, es importante considerar las limitaciones técnicas, como la necesidad de hardware y software específicos, y los posibles problemas de accesibilidad para el alumnado que no tenga una experiencia previa sólida en el uso de estos dispositivos. Cuestiones estas últimas que, en cualquier caso, pueden ser superadas en futuras implementaciones que tengan en cuenta los resultados presentados en este trabajo.

En cualquier caso, la Realidad Virtual tiene un potencial considerable de transformar la enseñanza del patrimonio cultural, como así viene indicando la bibliografía y que, aunque de manera parcial, ratifica la experiencia presentada en este trabajo, ofreciendo nuevas oportunidades para explorar y comprender el arte y la historia. A través de la RV, los estudiantes pueden sumergirse en entornos virtuales que recrean fielmente lugares y obras de arte, facilitando una comprensión más profunda y contextualizada del patrimonio cultural. Este capítulo presenta una experiencia piloto de un proyecto más amplio que se propone explorar en profundidad cómo la RV puede ser utilizada como una herramienta educativa, a través de un mayor número de estudios de caso y análisis detallados de su implementación y efectividad.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación se enmarca en el proyecto «Digitalizando en STEAM: Creación de laboratorios virtuales como herramientas de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Sociales y experimentales para futuros maestros» 2024/SOLCON-136604, financiado por la Universidad Rey Juan Carlos en la convocatoria proyectos IMPULSO 2024.

REFERENCIAS

- Álvarez Morales, E., Bellezza, A., & Caggiano, V. (2016). Realidad aumentada: Innovación en educación. *Didáctica Y Educación*, 7(1), 191-212.
- Dolezal, M., Chmelik, J., & Liarokapis, F. (2017). An Immersive Virtual Environment for Collaborative Geovisualization. 2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), 272-275. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056613>
- González-Lara, A., & Delgado-Algarra, E. J. (2022). El uso de la realidad virtual y los videojuegos para el aprendizaje de las civilizaciones griega, egipcia y vikinga en el aula. *Clio*, 48, 182-204. https://doi.org/10.26754/ojs_clio/clio.2022487263
- Hernández Cardona, F. X., & Rojo Ariza, M. del C. (2012). Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos. TREA.
- Khalid, F., & Farhana Nor Shuhada, M. P. (2019). From Text-based to AR-based: An investigation of students' motivation in learning history topics for secondary school. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(17), 260-268.
- López-Bouzas, N., & Del Moral Pérez, M. E. (2023). Gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: Design and validation. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 19, 80-93. <https://doi.org/10.46661/ijeri.6820>
- Luna, Ú., Ibáñez-Etxeberria, A., & Rivero, P. (2019). El patrimonio aumentado. 8 apps de Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje del patrimonio. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 33(1). <https://doi.org/10.47553/rifop.v33i1.72088>
- Moreno Martínez, N. M., & Franco-Mariscal, A. J. (2023). Posibilidades didácticas de la herramienta de realidad aumentada ZapWorks en la enseñanza de las ciencias. Una experiencia con estudiantes de un Máster en Profesorado. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 91-118. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.2808>
- Ortega Sánchez, D., Gómez Trigueros, I. M., & Moreno Vera, J. R. (2016). Competencia digital, digitalización de la formación y MOOC para maestros/as de Geografía de Educación Primaria.

- Pereira-García, S., & Gómez-Gonzalvo, F. (2015). La reconstrucción del paso del tiempo en el videojuego Sid Meier's Civilization IV. Una perspectiva educativa. *LifePlay: Revista académica internacional sobre videojuegos*, 4, 13-27.
- Serrano Alegre, I., Hernández Ríos, M. L., & Álvarez Rodríguez, M. D. (2017). La inclusividad en Educación Patrimonial mediante la Realidad Aumentada: Educación y patrimonio: innovación y reflexión. *Pulso. Revista de educación*, 40, 175-187. <https://doi.org/10.58265/pulso.5119>
- Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A., & Rodrigues-Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <https://doi.org/10.21830/19006586.728>