

Microrrelatos, codificación robótica, aplicaciones digitales y realidad aumentada para potenciar el pensamiento computacional infantil

Micro-stories, Robotic Coding, Digital Applications, and Augmented Reality to Enhance Children's Computational Thinking

  Dra. M. Esther Del-Moral-Pérez

Catedrática de Universidad. Universidad de Oviedo. España

  Dra. Nerea López-Bouzas

Contratada postdoctoral. Universidad de Oviedo. España

  Dr. Jonathan Castañeda-Fernández

Profesor Ayudante Doctor. Universidad de Oviedo. España

Recibido: 2025/02/13; Revisado: 2025/03/01; Aceptado: 2025/05/20; Online First: 2025/05/21; Publicado: 2025/05/24

RESUMEN

La presente investigación evalúa la potencialidad de una intervención educativa para desarrollar el Pensamiento Computacional (PC) en alumnado de Educación Infantil de 4 a 6 años (N=82). Se trata de una propuesta lúdica apoyada en un relato protagonizado por un robot, que el alumnado debe codificar para avanzar por un escenario físico y superar distintos desafíos interactuando con aplicaciones digitales y de Realidad Aumentada (RA). La investigación es pre-experimental, adopta una metodología descriptiva y comparativa utilizando un pre-test/post-test que registra el nivel de PC a partir de sus habilidades plasmadas: pensamiento algorítmico, generalización, abstracción, descomposición y evaluación. Los resultados evidencian la contribución de la propuesta para incrementar el PC de la mayoría del alumnado, independientemente de la variable género y edad. El alumnado con ACNEAE también ha incrementado su nivel de PC aunque con mayores dificultades. Todos se iniciaron en la codificación robótica, lo que contribuyó a activar e impulsar su orientación espacial, lateralidad, capacidad de conteo, coordinación óculo-manual, razonamiento lógico, etc. A modo de conclusión, se subraya que la utilización de una narrativa lúdica ha promovido la conexión del alumnado con la historia y la empatía con los personajes, favoreciendo su engagement con las tareas propuestas y minimizando su complejidad.

ABSTRACT

This research evaluates the potential of an educational intervention aimed at developing Computational Thinking (CT) in preschool students aged 4 to 6 years (N=82). The proposal is a playful approach based on a story featuring a robot, which students must code to navigate a physical scenario and overcome various challenges by interacting with digital applications and Augmented Reality (AR). The study follows a pre-experimental design with a descriptive and comparative methodology, using a pre-test/post-test to assess CT levels based on key skills: algorithmic thinking, generalization, abstraction, decomposition, and evaluation. The results highlight the effectiveness of the proposal in enhancing CT in most students, regardless of gender and age. Students with Special Educational Needs and Disabilities (SEND) also showed an improvement in their CT skills, albeit with greater challenges. All participants were introduced to robotic coding, which contributed to strengthening their spatial orientation, laterality, counting skills, hand-eye coordination, logical reasoning, and more. In conclusion, the use of a playful narrative fostered students' connection with the story and empathy with the characters, enhancing their engagement with the proposed tasks and reducing their complexity.

PALABRAS CLAVE KEYWORDS

Pensamiento computacional, microrrelatos, app digitales, realidad aumentada, Educación Infantil. Computational Thinking, Micro-stories, Digital Apps, Augmented Reality, Early Childhood Education.

1. Introducción

Desde el Informe Horizon Report, Teaching and Learning Edition (Pelletier et al., 2022), junto el Marco de Competencias de los Docentes en materia de TIC (UNESCO, 2019) se deben impulsar las competencias digitales tanto del profesorado como del alumnado, pues son imprescindibles para interactuar en un mundo altamente tecnologizado. Se impone la lógica del Pensamiento Computacional (PC) para interaccionar con las máquinas, cada vez más sofisticadas. Por su parte, el DigComp (Vuorikari et al., 2022) considera el PC como uno de los componentes clave para estimular la competencia digital.

El PC es entendido como la habilidad de los sujetos para resolver problemas de manera sistemática, creativa y colaborativa, con apoyo de recursos digitales, abarcando dimensiones como el pensamiento algorítmico, la generalización, la abstracción y la evaluación (Wing, 2006). Shute et al. (2017) consideran que se trata una habilidad para resolver problemas de manera efectiva y eficiente, es decir, algorítmicamente, con o sin la ayuda de computadoras, utilizando diversos recursos que pueden implementarse en diferentes contextos. Desde una perspectiva pedagógica, autores como Montuori et al. (2024) señalan que el PC puede fomentar habilidades cognitivas fundamentales en la infancia, como el pensamiento lógico, la creatividad y la autonomía. No obstante, según Yang et al. (2024) existe el riesgo de instrumentalizar el aprendizaje prematuramente al priorizar los lenguajes de programación o herramientas tecnológicas por encima del desarrollo integral del alumnado. Por tanto, el enfoque debe centrarse en proporcionar experiencias lúdicas y significativas al alumnado que respeten los principios del desarrollo infantil.

Por su parte, una de las discusiones clave en la literatura actual sobre el PC gira en torno a si debe ser considerado una competencia transversal, similar al pensamiento crítico o la resolución de problemas, como señalan Dagiené et al. (2024) o si constituye una forma de alfabetización digital avanzada, como argumentan Pajchel et al. (2024). Quienes apoyan la primera postura indican que el PC puede integrarse en diversas áreas curriculares como matemáticas, ciencias o incluso aprendizaje de la lengua, favoreciendo un enfoque interdisciplinar (Ouaazki et al., 2024). Por otro lado, autores como Akramova et al. (2024) o Yuberti et al. (2024) vinculan el PC con competencias propias del ámbito STEM y sugieren que su implementación requiere una base conceptual que puede exceder las capacidades cognitivas del alumnado de las primeras edades.

Sin embargo, el PC puede estimularse en esta etapa a través de intervenciones con ayuda de la programación robótica (Canbeldek & Isikoglu, 2023), lo que supone la planificación de tareas para activar el robot, codificando sus desplazamientos en el espacio y resolviendo los problemas que se encuentren de forma lógica y coherente. Esta práctica promueve la comprensión y abstracción para identificar los distintos botones del robot con las acciones correspondientes (Zhang et al., 2020). Asimismo, activa la habilidad de generalización para reproducir patrones que faciliten el reconocimiento de la secuencia idónea para ejecutar la orden preestablecida (Silva et al., 2023). Además, la interacción con el robot permite evaluar la pertinencia de las ejecuciones programadas, informando de sus aciertos y errores, ofreciendo la posibilidad de reconducirlas.

Dentro del contexto educativo, es frecuente que en primeras edades se utilicen los relatos como vehículos para favorecer aprendizajes de distinta índole. Se aprovecha su capacidad inmersiva para promover la implicación emocional de los menores con los personajes de estas historias, así como para favorecer el engagement con las tareas a realizar al convertirse en los protagonistas (Leoste et al., 2021). En este sentido, existen

experiencias sustentadas en robots que protagonizan narrativas de ficción, abordando contenidos curriculares y promoviendo el PC a partir de retos lúdicos que contribuyen a motivar a los menores en su proceso de aprendizaje (Chang et al., 2023; Chen & Lee, 2023).

Por su parte, las aplicaciones digitales y de Realidad Aumentada (RA) permiten la interacción directa con escenarios y personajes para resolver problemas tales como identificar elementos de determinadas características (colores, tamaños, formas, etc.), promoviendo la habilidad de abstracción y generalización. Asimismo, la visualización de escenarios inmersivos expande la actividad educativa, estimulando la orientación espacial del alumnado al sumergirles en entornos de ficción digitales (İşik et al., 2024). La adopción de distintos roles dentro de narrativas predeterminadas facilita su implicación en el desarrollo de la historia, al involucrarse en la resolución de conflictos mediante la ejecución de diversas actividades. Evidentemente, estas aplicaciones pueden activar el PC en la medida que propician la estimulación multisensorial en escenarios que invitan a resolver problemas y ofrecen un feedback inmediato sobre su grado de acierto.

Así pues, la presente investigación se orienta a constatar si una intervención educativa, donde convergen la programación robótica, el uso de aplicaciones digitales y de RA vertebradas a partir de microrrelatos, favorece el desarrollo del PC en alumnado de Educación Infantil.

2. Aplicaciones digitales, RA y robótica en microrrelatos para activar el PC

El PC ha emergido como un enfoque clave en la innovación educativa, especialmente en etapas tempranas, existiendo una relación con corrientes pedagógicas como el constructivismo, el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el enfoque STEAM. Desde la perspectiva del construccionalismo de Papert (1980), el aprendizaje se fortalece cuando el conocimiento se construye activamente a través de la manipulación de objetos. Esto está íntimamente ligado con la activación del PC a partir de actividades lúdicas en las que el alumnado debe interactuar con elementos físicos y/o digitales para realizarlas. Por otro lado, la incorporación de microhistorias permite contextualizar retos que invitan a planificar, secuenciar y resolver problemas, tal como propone el ABR (Nawawi et al., 2024). A su vez, el enfoque STEAM conecta distintas áreas del conocimiento con experiencias creativas, colaborativas y significativas, lo que contribuye a una visión integradora del PC (Yuberti et al., 2024). Sin embargo, es preciso adoptar una mirada crítica sobre el PC como constructo educativo, diferenciando entre habilidades cognitivas generales —como la lógica y la resolución de problemas— (Singh y Kaunert, 2024) y habilidades computacionales específicas —como la programación— (Canbeldek y Isikoglu, 2023).

Por su parte, la introducción de microhistorias para activar el PC permite contextualizar las actividades haciéndolas más comprensibles y emocionalmente atractivas, al facilitar la conexión del alumnado con sus conocimientos y experiencias previas, ya sea incorporando robots emocionales como narradores (Antunes et al., 2022), o utilizando narrativas concretas para favorecer la implicación del alumnado en la trama de la historia (Yang et al., 2023). Desde las teorías narrativas del aprendizaje (Bruner, 1990), se entiende que el niño estructura el mundo a través de historias, por lo que dotar al robot de una misión para resolver un problema/ conflicto en una historia, puede potenciar su motivación y comprensión, dando sentido a su acción. Además, atendiendo a la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1963), las historias funcionan como organizadores previos,

generando conexiones no arbitrarias entre lo nuevo y lo ya conocido. Por tanto, la vertebración de actividades para estimular el PC a partir de microhistorias, no sólo favorece que el alumnado realice esas actividades, sino que las realice con una finalidad o misión, como puede ser ayudar a un personaje o resolver una situación concreta, implicándose emocionalmente con sus acciones (Yang, 2024).

Asimismo, la interactividad que ofrecen las aplicaciones digitales junto a la recreación de escenarios y retos favorece la inmersión e implicación de los usuarios para realizar diversas tareas o resolver sencillos problemas dirigidos a estimular el PC (Dorouka et al., 2020; Shanmugam, et al., 2019). Por su parte, la Realidad Aumentada (RA) permite superponer elementos virtuales en 3D dentro del mundo real, facilitando la asimilación de conceptos y procesos complejos, y activando el pensamiento espacial a través de experiencias multisensoriales, logrando reducir la carga cognitiva del alumnado al tratarse de elementos tangibles (İşik et al., 2024). Por otro lado, la utilización conjunta de aplicaciones digitales y de RA debe armonizarse en torno a una narrativa coherente, lo que exige una selección previa que la justifique (Dietz et al., 2021; 2023). En este sentido, se puede apelar a microrrelatos digitales aumentados donde intervengan personajes, ubicados en escenarios lúdicos, que presenten retos al alumnado buscando su engagement e implicación emocional con la propia historia (Triantafyllou et al., 2024).

La empatía del alumnado con los protagonistas de una historia, en la que deben intervenir para lograr sus objetivos, se incrementa al tener que interactuar con recursos digitales y de RA que favorezcan el desarrollo del PC. Sin embargo, no existen muchas aplicaciones lúdicas que incorporen microrrelatos que puedan implementarse en propuestas educativas para desarrollar el PC, como sostienen Yadav y Chakraborty (2023). Por ello, se precisa una selección adecuada de aplicaciones que integren actividades específicas para estimular las habilidades asociadas al PC (Utesch et al., 2020), es decir, que propicien la resolución de problemas a partir de estrategias de abstracción, generalización, pensamiento algorítmico y evaluación. Del mismo modo, deben permitir analizar los avances y dificultades que encuentra el alumnado para aprender de los errores.

En particular, el PC puede activarse en alumnado de Educación Infantil (3-6 años) presentando actividades coherentes con una narrativa principal que las cohesionen y que contribuyan a impulsar, por un lado, su capacidad de abstracción, invitándoles a realizar puzzles, clasificar objetos atendiendo a determinadas características como asociarlos con sus sombras, identificar patrones de colores, forma, tamaño, etc. Por otro lado, la capacidad de generalización puede desarrollarse mediante actividades de agrupación de elementos por afinidad, realización de memorys, asociación de iconos, palabras o imágenes según sus campos semánticos, etc. Asimismo, el pensamiento algorítmico puede estimularse realizando actividades que requieran seguir unas fases preestablecidas, así como secuenciar elementos, dar continuidad a series, señalar distintas soluciones para un mismo problema (elegir el camino más corto para llegar a la meta, identificar las piezas que encajan en un hueco, construir bloques, etc.). También se puede estimular su habilidad para descomponer tareas y evaluar al realizar conteos, sumas y restas, comparar soluciones e identificar la correcta, actividades de orientación espacial que permitan modificar la posición y el movimiento de objetos (adelante, atrás, izquierda, derecha) al seguir unas instrucciones y constatar su idoneidad.

Por otro lado, el uso de robots como protagonistas de microrrelatos es una práctica que se está generalizando para activar el PC en primeras edades (Bravo et al., 2021; Hu et al., 2022; Tengler et al. 2021). Esto requiere que el alumnado programe sus movimientos para

avanzar por un escenario y superar los retos surgidos a lo largo de la historia (Bono et al., 2022). La programación de robots a través de botones básicos (adelante, atrás, giro derecha, giro izquierda, etc.) implica el desarrollo del pensamiento algorítmico, puesto que requiere una planificación inicial de la trayectoria a seguir para resolver los problemas que se plantean al interactuar con los recursos digitales (Papadakis, 2022) y/o de RA. Sin duda, esto ejercita el razonamiento lógico para contar los movimientos a realizar (avance, giro derecha, izquierda, etc.). Simultáneamente, se estimula su capacidad de abstracción, tanto para comprender el papel del robot en la narración, como para orientarse en el espacio e identificar cada movimiento con el botón correspondiente. Asimismo, se promueve la capacidad de generalización al activar la memoria para recordar el relato y las tareas a realizar. Este proceso está abierto a una evaluación continua, permitiendo al alumnado resolver los problemas que les surgen durante el recorrido y reconducir su trayectoria.

3. Una intervención lúdica para estimular el PC: “Limpiando el hogar de la tortuga”

La intervención diseñada integra recursos digitales, aplicaciones de RA y un robot para estimular el PC en primeras edades a partir de la interacción con los personajes de un microrrelato ubicados en un tapete diseñado *ad hoc* (Figura 1). La historia comienza con Tina, una tortuga marina que vive en el océano junto a su familia. Un día, Tina se da cuenta de que su hogar está en peligro: los plásticos contaminan el mar, los corales pierden su color y algunos de sus amigos marinos enfrentan dificultades. Tina decide emprender una misión para salvar su hogar y devolver la vida y la belleza al arrecife. Para lograrlo, necesita la ayuda del alumnado, quienes serán sus compañeros en esta aventura.

Para introducir el relato, la narrativa parte del cortometraje de animación “El viaje de las tortugas: nuestros océanos están en peligro”, una creación de Greenpeace y del galardonado estudio de animación Aardman (ver en <https://cutt.ly/Vw4FHQXR>). Este corto constituye el punto de partida que da origen al juego en el que los menores tienen la oportunidad de intervenir para recuperar el hábitat de Tina.

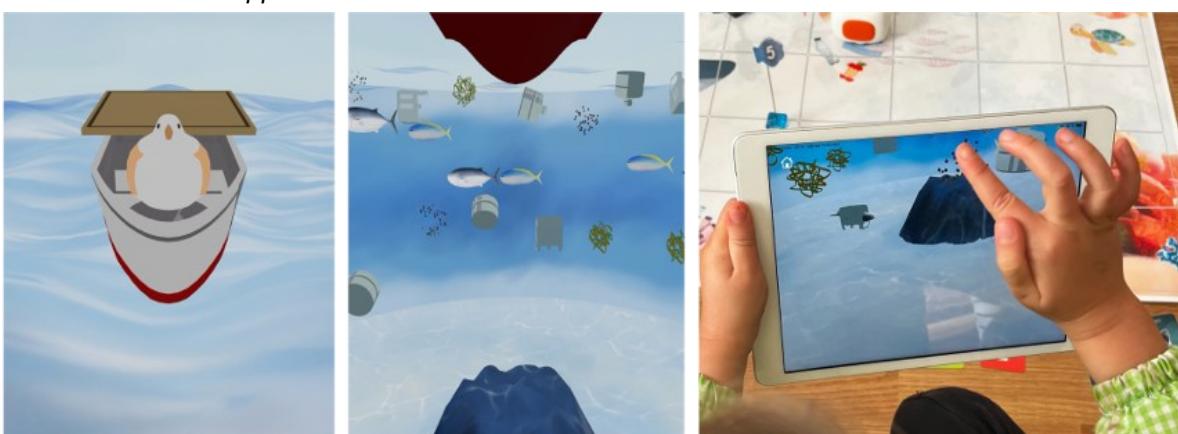
La tarea del alumnado se presenta mediante un vídeo diseñado con la app *Powtoon* donde Tina les explica su misión y les pide que la acompañen para resolver los retos y regresar a su hogar. Mientras Tina avanza, se encuentra con un océano lleno de plásticos que obstaculizan su camino. En este punto, el alumnado debe utilizar la app de RA *Plastic Ocean* (<https://bit.ly/3NFxKRL>) para “recoger” los plásticos del océano dentro de un entorno holográfico mediante la interacción con la tablet, despejando el camino para que Tina pueda nadar libremente y avanzar en la historia (Figura 2). En concreto, deben identificar visualmente los plásticos y clicar sobre los mismos, activando su habilidad de *generalización*, puesto que los detalles varían (ubicación, tipo de plástico, especies afectadas), y los usuarios deben reconocer los patrones comunes para clasificar los residuos.

Figura 1
Juego diseñado



Fuente: Elaboración propia

Figura 2
Intervención con la app de RA Plastic Ocean



Fuente: Elaboración propia.

Durante el viaje, Tina se encuentra con varios animales marinos que necesitan ayuda para desprendérse de la basura que les rodea. El alumnado debe utilizar la app de RA Ocean 4D+ (<https://cutt.ly/7w7ARcz0>) para identificar a los animales. Cada uno de ellos explica sus cualidades, de qué se alimenta, dónde vive, cómo se reproduce, etc. y cómo la contaminación marina afecta a sus vidas. Los exploradores describen lo que aprenden, ayudando a Tina a entender mejor cómo protegerles. Esto estimula su habilidad de abstracción, puesto que al observar animales en 3D, el alumnado debe reconocer las formas, colores, tamaños y movimientos de los animales que encuentra, pudiendo rotarlos, acercarlos, explorarlos y manipularlos para reconocer sus características (Figura 3).

Figura 3

Intervención con la app de RA Ocean 4D+



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, con la app *Marco Polo* (<https://cutt.ly/0w7ATfzt>) los menores tienen que asociar cada pez o elemento marino con su sombra para reconstruir el arrecife de coral, con ello estimulan las tres habilidades principales del PC: 1) *abstracción*, al asociar correctamente las formas de los peces o elementos marinos con su silueta independientemente de sus colores; 2) *generalización*, al reconocer patrones comunes entre las formas de los distintos animales y sus sombras, favoreciendo la transferencia de estrategias a casos similares; 3) *pensamiento algorítmico*, al establecer una secuencia lógica de pasos: observar las características de cada animal, compararlas con las sombras disponibles y seleccionar la que le corresponda, resolviendo el problema de manera estructurada y eficiente. Esta actividad desarrolla conjuntamente todas las habilidades del PC de forma lúdica (Figura 4).

Figura 4

Intervención con la app *Marco Polo*

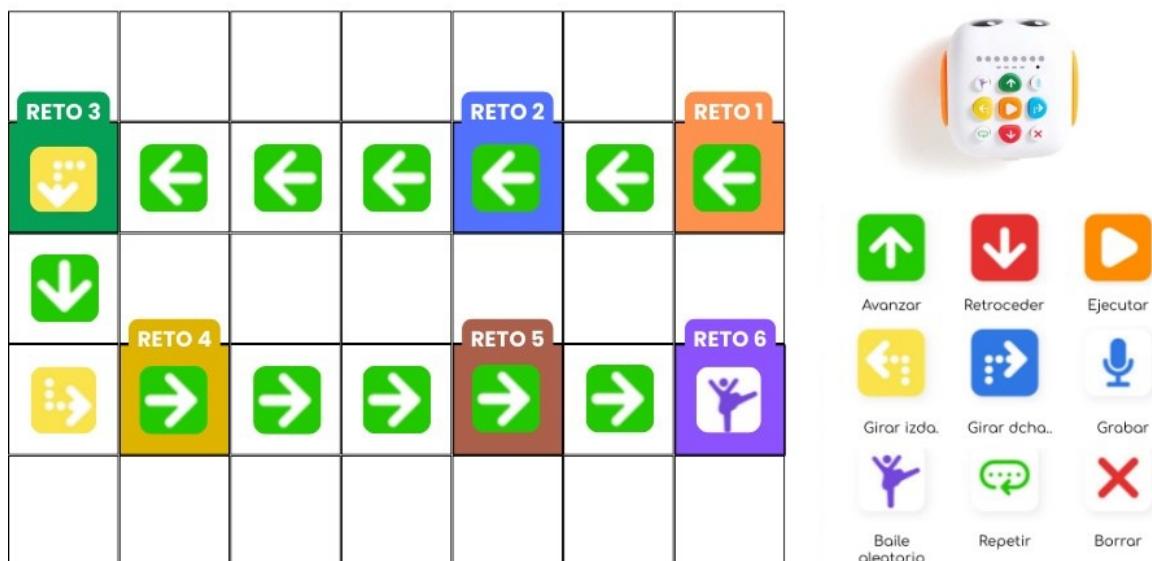


Fuente: Elaboración propia

Para resolver las actividades descritas, el alumnado debe desplazar el robot *Tale-Bot* por la cuadrícula del tapete, siguiendo un itinerario preestablecido que requiere codificar sus movimientos para llegar a las distintas actividades. Para ello, deben secuenciar la trayectoria contando las cuadrículas de avance y utilizando los botones correspondientes para realizar el avance y los giros necesarios a partir de la codificación del robot (Figura 5).

Figura 5

Proceso de codificación integrado en el itinerario



Fuente: Elaboración propia

Así pues, con esta intervención se pretende constatar en qué medida se desarrolla el PC en alumnado de Educación Infantil, al utilizar como recurso didáctico un microrrelato protagonizado por un robot, donde los menores deben realizar actividades interactuando con aplicaciones digitales y de RA para contribuir al desenlace feliz de la historia.

4. Metodología

La presente investigación se enmarca en el proyecto *Robot-Digital StoryTelling: narrativas lúdicas inmersivas protagonizadas por robots potenciadoras del pensamiento computacional* financiado por la Universidad de Oviedo (2024-2025). Concretamente, se centra en analizar si la intervención educativa descrita favorece el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) en las primeras edades. Se trata de un estudio empírico pre-experimental, de tipo descriptivo y comparativo, con carácter exploratorio y analítico, como tipifica Cohen et al. (2011). El diseño adoptado utiliza el pre-test/post-test para medir el nivel de PC del alumnado antes y después de participar en la intervención, apoyada en un juego donde deben interaccionar con un robot protagonista de la narrativa descrita.

Este enfoque metodológico se seleccionó por su idoneidad para evaluar el impacto de una intervención educativa en un contexto naturalista, donde no era viable la asignación aleatoria ni la conformación de un grupo control por razones éticas y organizativas. Frente

a metodologías más robustas como los diseños cuasi-experimentales o experimentales, el enfoque pre-experimental permite obtener evidencias preliminares sobre la eficacia de la intervención propuesta, facilitando su implementación en entornos reales sin alterar significativamente la dinámica escolar. Cabe señalar que para minimizar el sesgo derivado de la ausencia de grupo control, se adoptaron diversas estrategias: a) triangulación metodológica mediante la combinación de instrumentos cuantitativos (pre-test/post-test y CT-Robot-DST) y cualitativos (observación sistemática); b) estandarización del protocolo de intervención para garantizar la homogeneidad en la aplicación; y, c) análisis estadístico riguroso con pruebas no paramétricas y regresión múltiple para controlar la influencia de variables intervenientes.

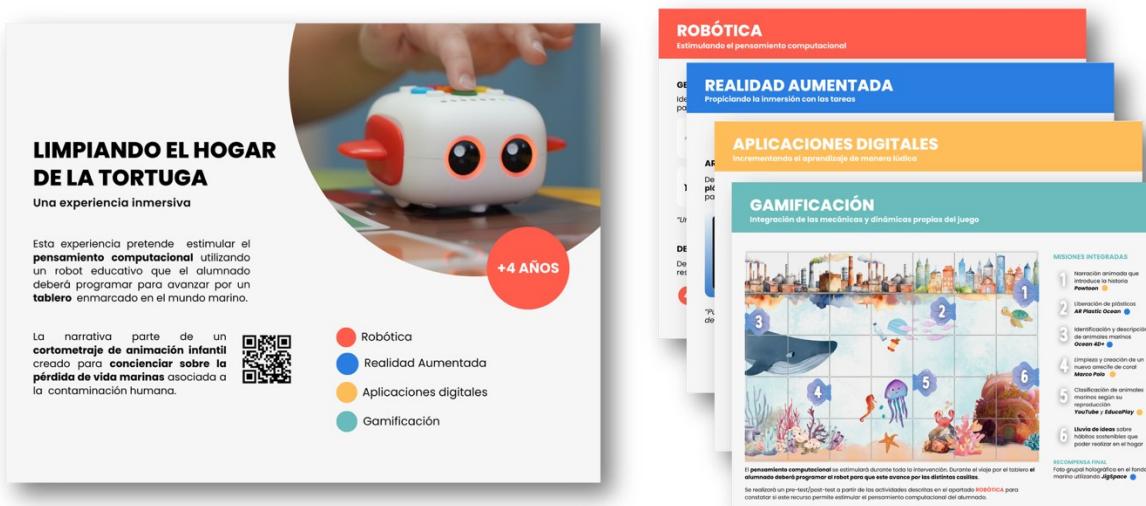
4.1. Muestra

El muestreo fue intencional, no probabilístico, condicionado a la participación del alumnado de 4 a 6 años del C.P. La Vallina (N=82), previa autorización de las familias. El 58,6% son niños y el 41,5% niñas. Las edades se distribuyen entre los 4 años (24,4%), 5 años (59,7%) y 6 años (15,9%). El 84,1% presenta un desarrollo neurotípico, mientras que el 15,9% es Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE): el 12,2% presenta retraso madurativo, el 2,4% tiene diagnosticado Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y un 1,2% presenta Trastorno del Espectro Autista (TEA).

Hay que resaltar que ningún participante tenía experiencia previa en el uso de robótica. Después de obtener el permiso del comité de ética de la Universidad de Oviedo (37_RRI_2024), se explicó el propósito y los procedimientos a seguir al profesorado y a las familias (Figura 6).

Figura 6

Documento explicativo (<https://bit.ly/4ji0rBv>)



Fuente: Elaboración propia

4.2. Procedimiento y técnicas de análisis de datos

Figura 7

Fases de la investigación



Fuente: Elaboración propia

Se ha llevado a cabo un tratamiento estadístico basado en el análisis descriptivo por medio de porcentaje, media y desviación típica. Tras efectuar la prueba de Kolmogorov-Smirnov se constató que la muestra no se ajusta a criterios de normalidad (obteniendo valores $p<0,001$ en todos los ítems), de ahí que en los contrastes posteriores se utilizaran pruebas no paramétricas. El contraste entre los resultados del pre-test y post-test se efectuaron con la prueba de Wilcoxon. Mientras que los contrastes de medias se realizaron con la prueba U de Mann-Whitney para las variables nominales dicotómicas (género y presencia/ausencia de ACNEAE) y la prueba H de Kruskal-Wallis para las variables nominales politómicas (edad). Finalmente, se efectuó el análisis de regresión lineal múltiple para constatar la capacidad que tienen las habilidades activadas durante la intervención para predecir el PC. Todos los análisis estadísticos han sido realizados con el programa SPSS-V26.

Para garantizar la neutralidad, estandarización y validez del procedimiento de recolección de datos, se estableció un protocolo de intervención que contempló los siguientes aspectos: a) cada sesión individual tuvo una duración aproximada de 27'30' minutos; b) se realizaron un total de 16 sesiones, distribuidas a lo largo de 4 semanas; c) las condiciones de evaluación fueron estandarizadas, desarrollándose en el aula habitual del alumnado, sin presencia de ningún agente distractivo y con los mismos materiales y recursos tecnológicos que el alumnado ya conocía y empleaba de forma habitual; d) los instrumentos fueron aplicados por un único investigador, garantizando un mayor ajuste en la evaluación, el cual estaba previamente formado en el uso de los instrumentos y en la dinámica de la intervención, garantizando así la objetividad en la recogida de datos.

4.3. Instrumentos

4.3.1. Prueba de evaluación del PC (pre-test/post-test)

El instrumento utilizado para medir el PC del alumnado de Educación Infantil (3-6 años) integra una serie de actividades adaptadas del Proyecto Bebras (<https://www.bebras.org/>) (Zapata et al., 2024), reduciendo su complejidad, pues el original se dirige a Educación Primaria (6-12 años). El proceso de construcción del instrumento se realizó en tres fases: 1) selección de ítems de las pruebas originales que evaluarán habilidades clave del PC (pensamiento algorítmico, generalización, abstracción, descomposición y evaluación); 2) rediseño gráfico y narrativo de las actividades para adecuarlas a las características cognitivas, emocionales, contextuales, etc. del alumnado de 4 a 6 años, insertándolas en el relato utilizado en la intervención; 3) validación del contenido mediante juicio de expertos en Educación Infantil y Tecnología Educativa, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y adecuación de cada ítem; y 4) testeo con un grupo de 2 niños y 2 niñas para garantizar la pertinencia de las actividades, garantizando su funcionalidad, adecuación a la edad y alineación con los objetivos educativos de la intervención.

Tras este proceso, el instrumento final consta de seis actividades que se presentan en unas láminas que recrean los elementos y personajes de la narrativa lúdica descrita. Las actividades engloban tareas asociadas a las dimensiones teóricas intrínsecas al PC (Vuorikari et al., 2022), tales como el pensamiento algorítmico (secuencia y comprensión), generalización y abstracción, junto a la descomposición y evaluación (Figura 8).

Figura 8

Actividades que sirven para evaluar el nivel de PC (pre-test/post-test)

Pensamiento algorítmico

Habilidad para secuenciar los pasos para resolver un problema

ACTIVIDAD 1: El alumnado debe desplazar la tortuga Tina manualmente: "La tortuga Tina va a celebrar su cumpleaños y quiere invitar a sus amigos. Ayúdala a seguir el camino más corto para recogerles". El orden correcto sería: medusa, estrella de mar, caballito de mar, ballena, y cangrejo.



ACTIVIDAD 2: El alumnado debe identificar la siguiente posición de Tina: "Durante el camino, Tina se ha ido moviendo, ¿cuál será su siguiente posición?". La respuesta correcta sería la segunda imagen.



ACTIVIDAD 3: El alumnado debe identificar qué animal sigue la secuencia presentada: "Tina y su amigo el pez están saltando, ¿a quién le toca saltar ahora?". La respuesta correcta sería "La tortuga".



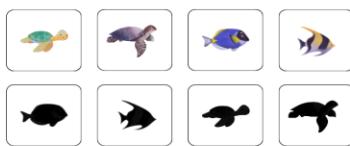
ACTIVIDAD 4: El alumnado debe identificar qué animal sigue la secuencia presentada: "Tina y su amigo el pez se han encontrado con Don Cangrejo, ¿a quién le toca saltar ahora?". La respuesta correcta sería "El pez".



Generalización y abstracción

Habilidad para identificar patrones

ACTIVIDAD 5: El alumnado debe asociar a cada animal con su sombra: "En el cumpleaños, Tina y su amigo el pez se han encontrado con sus primos y están jugando al escondite. Adivina cuál es la sombra de cada uno".



Descomposición y evaluación

Habilidad para dividir un problema en partes

ACTIVIDAD 6: El alumnado debe guiar a Tina hasta su tarta de cumpleaños: "Tina tiene que moverse por los cuadrados para llegar a su tarta. Llévala por el camino más corto".



Fuente: elaboración propia.

Para garantizar la validez ecológica de la intervención se presentaron actividades semejantes a las que el alumnado pueda encontrarse en su vida cotidiana, y se han presentado insertas en un microrrelato. La evaluación de las actividades se realizó de forma individualizada, atendiendo a la rúbrica descrita en la Tabla 1.

Tabla 1

Rúbrica de evaluación de las actividades del pre-test/post-test.

Actividad	Muy Bajo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alto (4)
A1. Señalar el recorrido más corto para la tortuga	Presenta un recorrido errático	Elige un camino ordenado pero empieza por el cangrejo	Sigue el camino corto pero se salta algún animal	Señala el recorrido más corto y empieza por la medusa
A2. Anticipar la siguiente posición	No es capaz de anticipar	Lo anticipa correctamente tras varios intentos	Lo anticipa correctamente en el segundo intento	Lo anticipa correctamente en el primer intento
A3. Identificar la serie (I)	Señala al pez	Señala a la tortuga tras varios intentos	Señala a la tortuga al segundo intento	Señala a la tortuga
A4. Identificar la serie (II)	Señala a la tortuga o al cangrejo	Señala al pez tras varios intentos	Señala al pez al segundo intento	Señala al pez
A5. Asociar animales con sus sombras	No los asocia	Asocia 1-2 animales con sus sombras	Asocia 3 animales con sus sombras	Asocia todos los animales con sus sombras
A6. Guiar a la tortuga hacia la tarta	Realiza una trayectoria diagonal obviando la cuadrícula	Avanza linealmente pero no realiza el giro	Realiza una trayectoria correcta pero larga	Realiza una trayectoria correcta y corta

Fuente: elaboración propia

La aplicación del instrumento se realizó de forma individualizada, en un entorno controlado, con apoyo visual y verbal por parte del investigador, siguiendo un protocolo estandarizado.

4.3.2. Assessment instrument for Computational Thinking during an interaction supported by Robot-DST (CT-Robot-DST)

Para registrar el nivel de PC del alumnado plasmado durante la ejecución de las actividades lúdicas planteadas en la intervención con el robot, se diseñó y validó el instrumento *CT-Robot-DST*. Su construcción partió de una revisión sistemática de instrumentos previos utilizados en investigaciones similares, identificando indicadores - mensurables a partir de la observación- vinculados a las dimensiones del PC. Estos indicadores se inspiran en los utilizados en otras investigaciones centradas en la evaluación del PC en primeras edades (Berson et al., 2023; Ching y Hsu, 2023; Yang, 2024; Zeng et al., 2023). Posteriormente, se elaboró una matriz de operacionalización que permitió definir las variables, categorías y niveles de desempeño. Así, de forma semejante al procedimiento seguido por Terroba et al. (2021), las categorías establecidas fueron cuatro: 1=Muy bajo; 2=Bajo; 3=Medio; 4=Alto. Estas categorías sirvieron para identificar los niveles de los sujetos en cada habilidad (Tabla 2).

Tabla 2
CT-Robot-DST

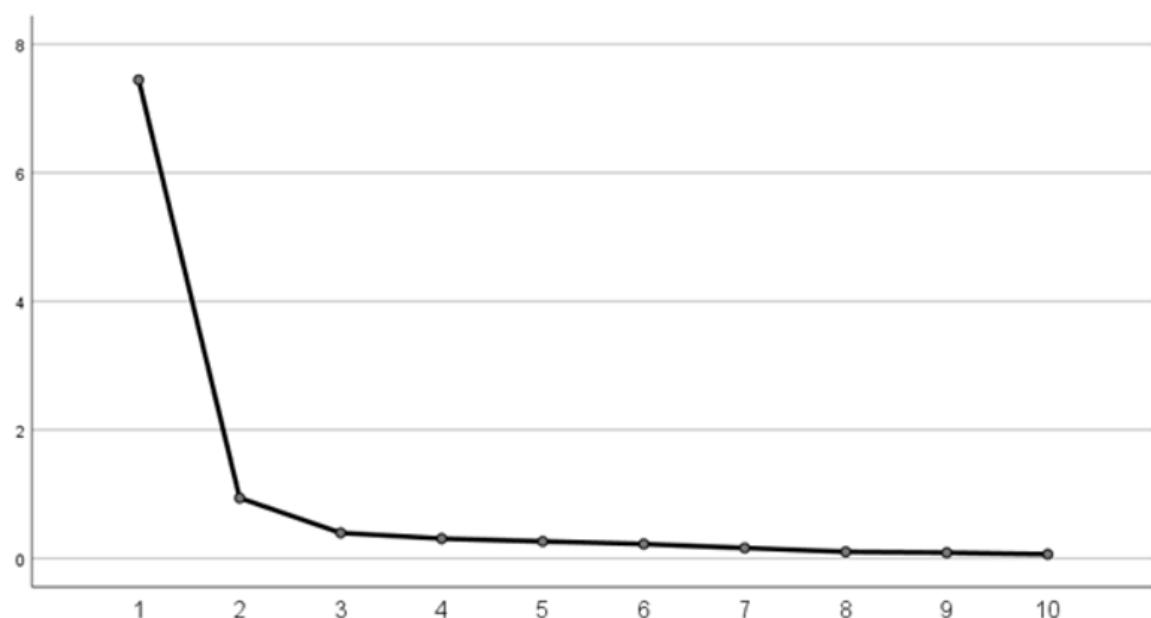
Dimensión	Variable	Categorías
Pensamiento algorítmico	Habilidad para el conteo	(1) No reconoce las celdas que pautan el itinerario a seguir (2) Reconoce las celdas pero comete bastantes errores al contarlas (3) Cuenta las celdas pero comete algún error (4) Cuenta correctamente las celdas
	Razonamiento lógico (codificación de las 6 secuencias que debe realizar el robot)	(1) No codifica ninguna de las secuencias que debe realizar el robot (2) Codifica correctamente 1-2 secuencias de 6 (3) Codifica correctamente 3-4 de 6 secuencias (4) Codifica correctamente 5-6 secuencias
	Orientación espacial	(1) No sabe mover los elementos en el entorno físico y digital (2) Sólo sabe mover los elementos hacia delante (3) Sabe mover los elementos hacia los lados (4) Sabe mover los elementos en todas las direcciones
Generalización y abstracción	Coordinación e interacción oculo-manual	(1) No reconoce ni interactúa con los elementos físicos y digitales (2) Reconoce los elementos pero no sabe interactuar con ellos (3) Tiene dificultades para interactuar con algunos elementos (4) Correcta coordinación e interacción oculo-manual
	Abstracción (identificación del botón/acción)	(1) No identifica los botones para avanzar el robot (2) Solo identifica el botón de avance hacia delante (3) Identifica los botones de giro (izquierda/derecha) pero comete algún error (4) Identifica todos los botones
	Activación de la memoria	(1) No recuerda el relato ni las tareas solicitadas (2) Recuerda el relato pero no las tareas (3) Recuerda el relato pero no las instrucciones para ejecutar las tareas (4) Recuerda el relato y cómo ejecutar las tareas
Descomposición y evaluación	Discriminación de lateralidad	(1) No tiene la lateralidad adquirida (2) Comete bastantes errores al discriminar izquierda/derecha (3) Comete algún error puntual (4) Tiene la lateralidad completamente adquirida
	Desplaza el robot por las casillas del tapete constando su efectividad	(1) Desplaza el robot sin criterio (2) Desplaza el robot y no percibe sus errores (3) Desplaza el robot y percibe sus errores (4) Desplaza el robot, percibe sus errores y lo reconduce
	Codifica la secuencia implicándose en la acción y evalúa su acierto	(1) No sabe codificar la secuencia en el robot (2) Codifica el robot pero no sabe evaluar su acierto (3) Codifica el robot pero requiere un <i>feedback</i> del adulto para evaluar su acierto (4) Codifica el robot implicándose en la acción y evalúa su acierto
	Se implica en el relato como un personaje auxiliar	(1) Permanece ajeno al relato y a los retos planteados (2) Se centra en los retos obviando el relato (3) Se centra en los retos para avanzar en el relato con el robot (4) Entabla diálogos con el robot co-protagonista para alcanzar el objetivo del relato

Fuente: elaboración propia

El instrumento se validó mediante un Análisis Factorial Exploratorio. El test de esfericidad de Bartlett resulta significativo ($p<0,001$) y la prueba de adecuación de Kaiser-Meyer Olkin (KMO) presenta un valor alto ($KMO=0,914$). Se optó por utilizar el método de mínimos cuadrados no ponderados (ULS) y los factores obtenidos son rotados de forma oblicua utilizando el método Oblimin, pues a pesar de tratarse de variables con suficientes categorías de respuesta, su distribución no es normalizada según la Prueba de Kolmogorov-Smirnov ($KS<0,001$). Se constata que el 74,5% de la varianza se explica a partir de un único factor (Figura 9).

Figura 9

Gráfico de sedimentación



Fuente: elaboración propia

Tomando como referencia las comunalidades de extracción, todos los ítems explican gran parte de la variabilidad de cada variable, con valores iguales o superiores a 0,600. Además, según la matriz de componentes, todos los ítems se agrupan en torno a un único factor, por lo que se trata de un instrumento unidimensional que mide el PC. Complementariamente, el coeficiente Alpha de Cronbach obtenido es muy alto ($\alpha=0,954$), por lo que la escala presenta un buen nivel de fiabilidad.

La aplicación del CT-Robot-DST se llevó a cabo durante la intervención, mediante observación directa por parte del investigador, quien registró las conductas del alumnado en tiempo real, utilizando una rúbrica previamente consensuada.

5. Resultados

5.1. Diagnóstico inicial del PC y nivel alcanzado tras la intervención

El análisis de los datos corrobora una mejora estadísticamente significativa en el nivel de PC del alumnado tras la intervención, como se observa en las puntuaciones alcanzadas tanto en las habilidades asociadas al pensamiento algorítmico, como a la generalización y abstracción, resultando especialmente relevante el incremento en las habilidades de descomposición y evaluación (\bar{x} : pre-test=2,17 vs. \bar{x} : post-test=3,40; $p <0,001$) (Tabla 3).

Tabla 3*Contraste entre las puntuaciones alcanzadas en las dimensiones que definen el PC*

Actividad (A)	Pre-test		Post-test		R _{xy}	Z	p
	̄x	DT	̄x	DT			
A1. Pensamiento Algorítmico	3,59	0,888	3,76	0,658	0,817	-2,81	0,005
A2. Pensamiento Algorítmico	3,09	0,834	3,41	0,702	0,803	-5,014	<0,001
A3. Pensamiento Algorítmico	2,89	1,122	3,15	1,044	0,899	-4,200	<0,001
A4. Pensamiento Algorítmico	2,33	1,267	2,70	1,437	0,889	-4,388	<0,001
A5. Generalización y Abstracción	3,41	0,816	3,54	0,706	0,895	-2,887	0,004
A6. Descomposición y Evaluación	2,17	0,979	3,40	0,814	0,672	-7,343	<0,001
TOTAL: PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	2,94	1,070	3,38	0,855	0,875	-5,840	<0,001

Fuente: elaboración propia

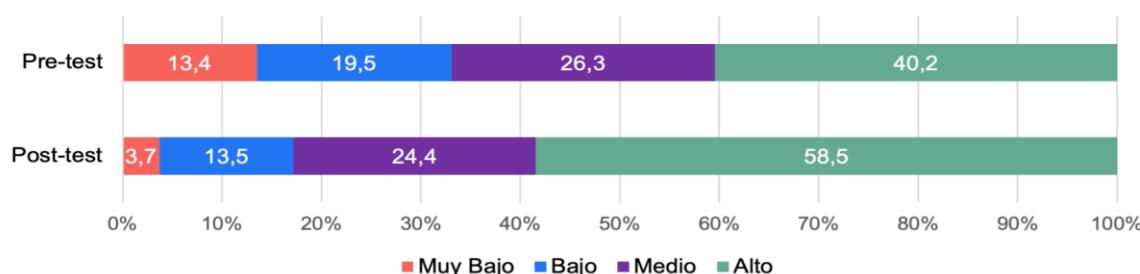
Los contrastes posteriores no muestran diferencias estadísticamente significativas en relación a la edad ni al género. A pesar de ello, cabe destacar que las niñas muestran valores superiores en las distintas habilidades y, por ende, en el PC (Tabla 4).

Tabla 4*Contraste entre puntuaciones alcanzadas en PC según el género*

Actividad (A)	Pre-test			Post-test		
	Niño	Niña	p	Niño	Niña	p
A1. Pensamiento Algorítmico	3,54	3,65	0,567	3,67	3,88	0,259
A2. Pensamiento Algorítmico	3,04	3,15	0,603	3,35	3,50	0,475
A3. Pensamiento Algorítmico	2,83	2,97	0,660	3,06	3,26	0,492
A4. Pensamiento Algorítmico	2,31	2,35	0,917	2,63	2,79	0,564
A5. Generalización y Abstracción	3,40	3,44	0,756	3,48	3,62	0,406
A6. Descomposición y Evaluación	2,15	2,21	0,690	3,33	3,50	0,617
TOTAL: PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	2,90	3,00	0,700	3,29	3,50	0,431

Fuente: elaboración propia.

En base a estos resultados se ha calculado el PC general del alumnado estableciendo cuatro niveles de desempeño: muy bajo: 0,00-0,99; bajo: 1,00-1,99; medio: 2,00-2,99; alto: 3,00-4,00. La Figura 10 muestra la distribución del alumnado según el nivel de PC alcanzado antes y después de la intervención, donde se observan los notables incrementos.

Figura 10*Distribución porcentual del alumnado según el nivel de PC alcanzado*

Fuente: elaboración propia

Así, en la Tabla 5 se observa que el 17,1% mantiene su nivel de PC de partida después de la intervención, mientras que el 42,7% incrementa uno o, incluso, dos niveles. El 40,2% restante, que ya se encontraba en el nivel más alto de dominio antes de la intervención, se mantiene en el mismo. En cuanto al alumnado con ACNEAE, se observa que seis sujetos con nivel “muy bajo” promocionan al “bajo”, uno del nivel “bajo” se mantiene en el mismo y los dos que tenían nivel “alto” permanecen en él (uno con TDAH y otro con TEA). Así pues, de los 12 alumnos con ACNEAE, la mitad incrementa su PC con la intervención. Aunque, cuatro de estos alumnos (uno con TDAH y tres con retraso madurativo) se mantienen en el nivel de partida “muy bajo” o “bajo”.

Tabla 5

Distribución de los sujetos según su nivel de PC e incremento tras la intervención

Nivel	Pre-test		Post-test		Se mantiene el nivel		Incremento de un nivel		Incremento de dos niveles	
	Con ACNEAE	Sin ACNEAE	Con ACNEAE	Sin ACNEAE	Con ACNEAE	Sin ACNEAE	Con ACNEAE	Sin ACNEAE	Con ACNEAE	Sin ACNEAE
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
Muy bajo	9(11,0)	2(2,4)	3(3,7)	0(0,0)	3(3,7)	0(0,0)	6(7,3)	1(1,2)	0(0,0)	1(1,2)
Bajo	1(1,2)	15(18,3)	7(8,5)	3(3,7)	2(2,4)	2(2,4)	0(0,0)	12(14,6)	0(0,0)	0(0,0)
Medio	0(0,0)	22(26,3)	0(0,0)	20(24,4)	0(0,0)	7(8,5)	0(0,0)	15(18,3)	0(0,0)	0(0,0)
Alto	2(2,4)	31(37,8)	2(2,4)	46(56,1)	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

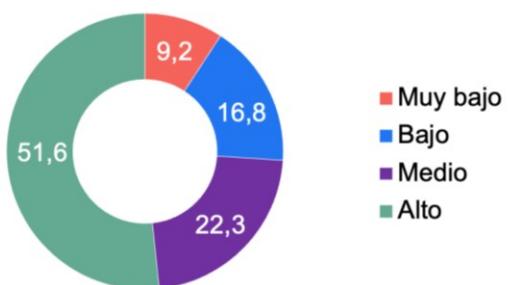
5.2. Efecto de la intervención en el incremento del PC

Durante la intervención descrita -apoyada en la narrativa lúdica protagonizada por un robot- se midieron las habilidades intrínsecas a las dimensiones del PC que el alumnado plasmó en sus ejecuciones, asociadas al avance y logro del objetivo del relato protagonizado por la tortuga. Para ello se utilizó el instrumento *CT-Robot-DST*, que permitió evaluar las habilidades activadas por los sujetos, distribuyéndolos en cuatro niveles de desempeño (Tabla 6).

Las puntuaciones más altas alcanzadas por el alumnado se registran en la habilidad “Generalización y Abstracción” ($\bar{x}=3,30$) y en el “Pensamiento Algorítmico” ($\bar{x}=3,16$), seguidas de la “Descomposición y Evaluación” ($\bar{x}=2,95$). Por su parte, el nivel de PC obtenido por los sujetos es medio-alto ($\bar{x}=3,22$) (Figura 11).

Figura 11

Distribución porcentual de la muestra según el nivel de PC plasmado durante la intervención



Fuente: elaboración propia

Tabla 6*Estadísticos descriptivos de los niveles alcanzados por el alumnado en las habilidades del PC*

Habilidades del PC	Variables	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	\bar{x}	DT
		N(%)	N(%)	N(%)	N(%)		
Pensamiento algorítmico	Habilidad para el conteo	0(0,0)	6(7,3)	12(14,6)	64(78,0)	3,71	0,598
	Razonamiento lógico	13(16,0)	15(18,5)	23(28,4)	30(37,0)	2,86	1,093
	Orientación espacial	7(8,5)	19(23,2)	18(22,0)	38(46,3)	3,06	1,023
	<i>Subtotal</i>	-	-	-	-	3,16	1,024
Generalización y Abstracción	Coordinación e interacción oculo-manual	3(3,7)	16(19,5)	24(29,3)	39(47,6)	3,21	0,885
	Abstracción	5(6,1)	13(15,9)	17(20,7)	47(57,3)	3,29	0,949
	Activación de la memoria	11(13,4)	15(18,3)	18(22,0)	38(46,3)	3,01	1,094
	<i>Subtotal</i>	-	-	-	-	3,30	1,002
Descomposición y evaluación	Discriminación de la lateralidad	4(4,9)	11(13,4)	20(24,4)	47(57,3)	3,34	0,892
	Desplaza el robot por las casillas del tapete constatando su efectividad	2(2,4)	10(12,2)	22(26,8)	48(58,5)	3,41	0,800
	Codifica la secuencia implicándose en la acción y evalúa su acierto	13(15,9)	21(25,6)	13(15,9)	35(42,7)	2,85	1,145
	Se implica en el relato como un personaje auxiliar	17(20,7)	12(14,6)	16(19,5)	37(45,1)	2,89	1,197
<i>Subtotal</i>		-	-	-	-	2,95	1,065
TOTAL: PENSAMIENTO COMPUTACIONAL						3,22	1,006

Fuente: elaboración propia

El posterior contraste de medias atendiendo a la variable edad no arroja diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, al comparar las puntuaciones alcanzadas por el alumnado en función del género se constata que las niñas tienen un mejor desempeño que sus compañeros, aunque estas diferencias sólo son estadísticamente significativas respecto a la capacidad para descomponer tareas y evaluarlas (\bar{x} : niño=2,71 vs. \bar{x} : niña=3,29; $p=0,021$). En concreto, ellas destacan al codificar y evaluar la secuencia de los movimientos del robot requeridos para desplazarlo por el tapete. Se muestran más autocriticas y se implican más en la acción. También sobresalen por su inmersión en el relato al asumir el papel de personaje auxiliar, preocupadas por alcanzar el objetivo final de los retos, en este caso, encontrar el hogar de la tortuga (Tabla 7).

Tabla 7*Contraste de medias según el género*

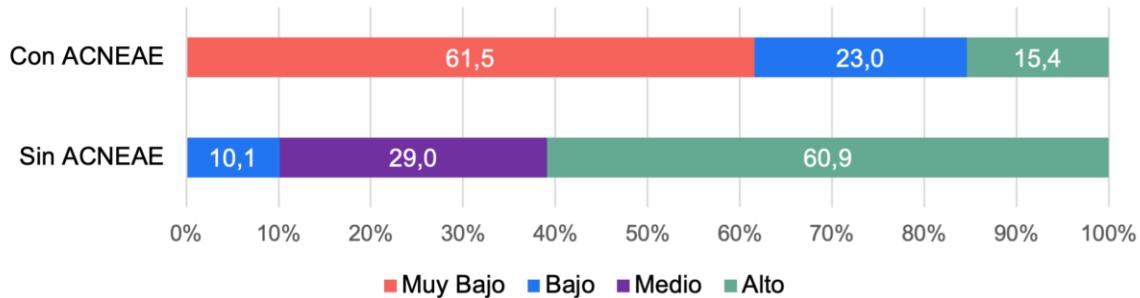
Habilidades del PC	Variables	Niño	Niña	p	d
Pensamiento algorítmico	Habilidad para el conteo	3,63	3,82	0,312	0,096
	Razonamiento lógico	2,89	2,82	0,653	0,057
	Orientación espacial	3,13	2,97	0,303	0,126
	<i>Subtotal</i>	3,29	3,06	0,514	0,079
Generalización y Abstracción	Coordinación e interacción oculo-manual	3,25	3,15	0,361	0,111
	Abstracción	3,23	3,38	0,796	0,031
	Activación de la memoria	2,94	3,12	0,681	0,051
	<i>Subtotal</i>	3,23	3,41	0,554	0,067
Descomposición y Evaluación	Discriminación de la lateralidad	3,42	3,24	0,092	0,196
	Desplaza el robot por las casillas del tapete constatando su efectividad	3,31	3,56	0,243	0,135
	Codifica la secuencia implicándose en la acción y evalúa su acierto	2,58	3,24	0,010	0,317
	Se implica en el relato como un personaje auxiliar	2,58	3,32	0,008	0,327
<i>Subtotal</i>		2,71	3,29	0,021	0,287
TOTAL: PENSAMIENTO COMPUTACIONAL		3,15	3,32	0,552	0,071

Fuente: elaboración propia.

Como era de esperar, dadas las dificultades del alumnado con ACNEAE, al contrastar las medias de las puntuaciones alcanzadas en el PC con las del resto de sus compañeros se constatan diferencias significativas (\bar{x} : con ACNEAE=1,69 vs. \bar{x} : sin ACNEAE=3,51; $p<0,001$). En la Figura 12 se observa que aquel alumnado con mayores dificultades se encuentra en los niveles más bajos.

Figura 12

Percentaje distribution of the sample with and without SEN according to their CT level

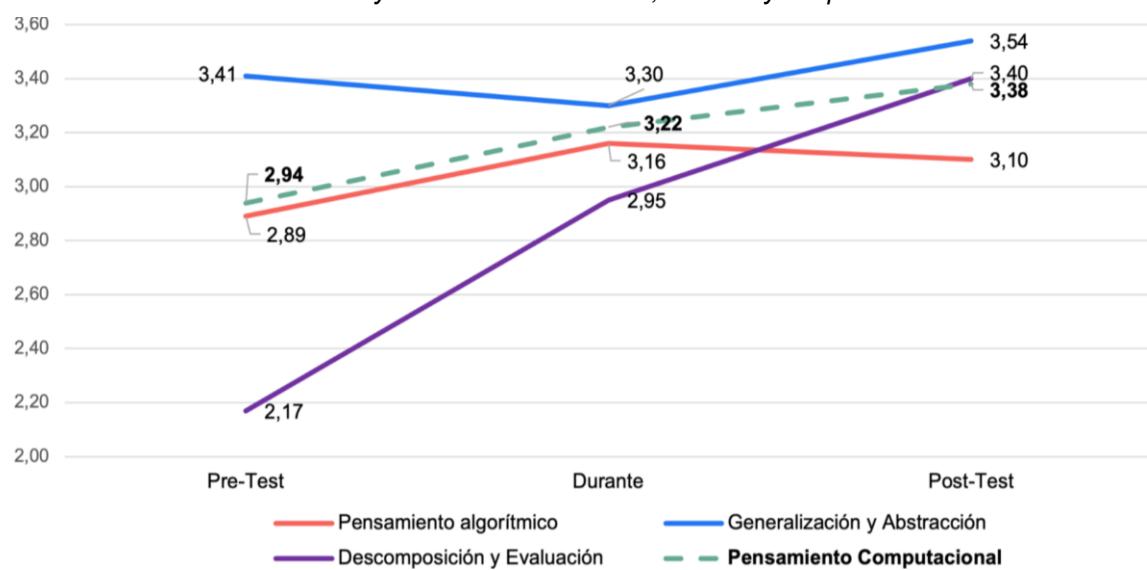


Fuente: elaboración propia

La evolución del PC tras la intervención es positiva como se constata al comparar las medias alcanzadas en el constructo Pensamiento Computacional por el alumnado, donde se registra un incremento de 0,44. Y, en particular, destaca el aumento de 1,23 puntos en la habilidad “Descomposición y Evaluación” (Figura 13).

Figura 13

Evolución de las medias del PC y sus habilidades antes, durante y después de la intervención



Fuente: elaboración propia

Finalmente, para comprobar en qué medida las habilidades activadas con la intervención influyen sobre el nivel de PC alcanzado en el posttest, se ha realizado un

análisis de regresión lineal múltiple, donde se constata que todas ellas influyen en el nivel de PC del alumnado (Tabla 8).

Tabla 8

Modelo de regresión múltiple entre las habilidades intrínsecas al PC activadas durante la intervención

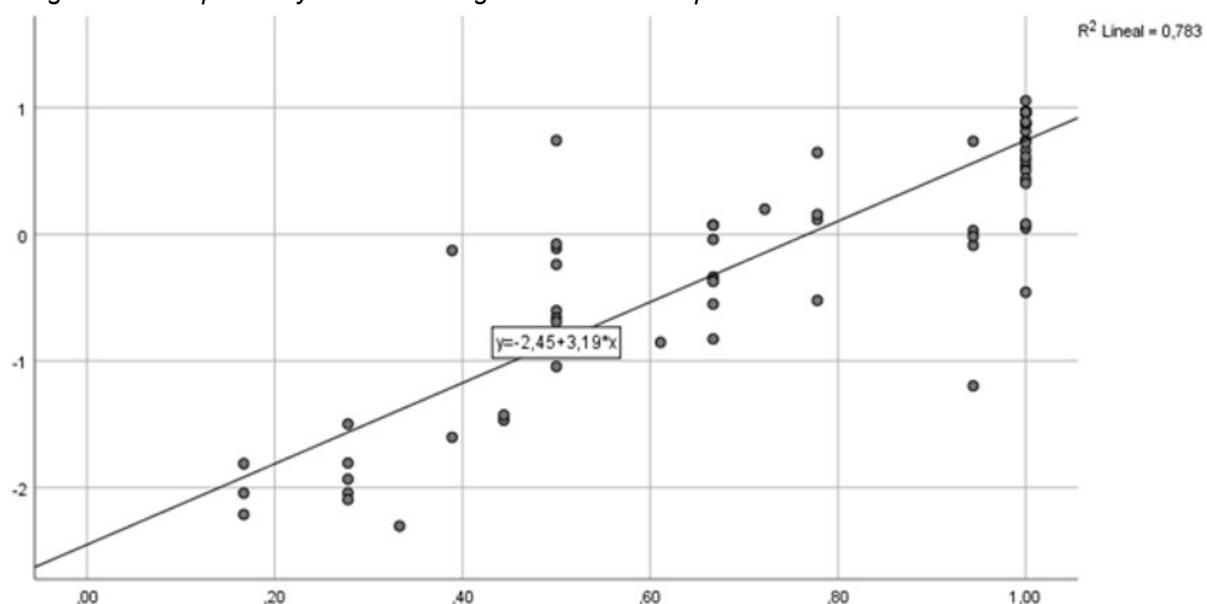
Modelo	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
	B	Desv. Error		
(Constante)	-0,120	0,119	-	-1,009 0,317
Habilidad para el conteo	0,042	0,051	0,089	0,820 0,415
Razonamiento lógico	0,055	0,039	0,216	1,402 0,165
Orientación espacial	0,009	0,045	0,033	0,197 0,844
Coordinación e interacción óculo-manual	0,026	0,054	0,083	0,484 0,630
Abstracción	-0,006	0,042	-0,020	-0,138 0,890
Activación de la memoria	0,124	0,036	0,490	3,464 0,001
Discriminación de la lateralidad	-0,022	0,039	-0,072	-0,575 0,567
Desplaza el robot por las casillas del tapete constatando su efectividad	0,051	0,036	0,146	1,435 0,156
Codifica la secuencia implicándose en la acción y evalúa su acierto	-0,016	0,027	-0,066	-0,599 0,551
Se implica en el relato como un personaje auxiliar	0,018	0,019	0,080	0,989 0,326

Fuente: elaboración propia

Se observa que el conjunto de habilidades activadas con la intervención alcanza una alta tasa explicativa del PC, ya que predice el 78,3% de los resultados de los sujetos ($R^2=0,783$). Especialmente, la activación de la memoria -asociada al recuerdo del relato y las tareas solicitadas- resulta estadísticamente significativa. La recta de regresión muestra la relación existente entre los valores obtenidos por los sujetos en las habilidades analizadas (variables independientes en el eje de abscisas) y su vinculación con el PC (variable dependiente en el eje de ordenadas) (Figura 14).

Figura 14

Diagrama de dispersión y análisis de regresión lineal múltiple



Fuente: elaboración propia

6. Discusión y conclusiones

A la vista de los resultados, se constata que la intervención -apoyada en el relato de la búsqueda del hogar para la tortuga-, que requería la codificación de un robot y la realización de actividades digitales, físicas y aumentadas, ha contribuido al incremento del PC del alumnado de Educación Infantil. Esta práctica innovadora ha obtenido resultados positivos, de forma similar a las experiencias realizadas por Benson et al. (2023) y Terroba et al. (2021) quienes también apostaron por integrar el juego dentro de intervenciones con robótica en este nivel educativo para estimular el pensamiento algorítmico, así como las habilidades para la generalización, la abstracción, la descomposición y la evaluación, propias del PC.

La intervención contribuyó a la activación de diversas habilidades asociadas al PC. Por un lado, se les pedía que contasen las casillas por las que debía avanzar el robot, también debían secuenciar las tareas, orientarse espacialmente en el tapete y dentro del entorno digital (tablet) para realizar las actividades indicadas, asociando personajes marinos con su hábitat, rotando animales en 3D para discernir sus cualidades, etc. La experiencia también requería de la coordinación e interacción ojo-mano tanto para interactuar con los elementos del entorno físico, como el tapete, el robot o la propia tortuga, así como las actividades inmersivas planteadas a partir de app. Sin duda, la utilización de microrrelatos insertos en escenarios inmersivos apoyados en RA contribuye a desarrollar la orientación espacial del alumnado, al sumergirles en entornos de ficción digitales. Asimismo, la interacción con elementos físicos y aumentados, genera experiencias multisensoriales que reducen la carga cognitiva que supone la secuenciación y resolución de problemas, tal como señalan Işık et al. (2024).

Durante la intervención, el alumnado registró valores susceptiblemente inferiores en la habilidad de abstracción a los alcanzados en el pre-test y el post-test, dada la novedad y complejidad de la actividad propuesta, pues debían codificar los movimientos del robot asociando cada botón con su acción correspondiente para alcanzar su objetivo. Además, la ejecución de la secuencia de actividades integradas en el relato, requería la activación de la memoria para recordar las indicaciones para realizarlas. Respecto a las habilidades del PC incrementadas tras la experiencia lúdica, destaca la mejora en la habilidad para la “Descomposición y Evaluación”, lo cual quizás pueda deberse al atractivo del relato que sustenta la actividad solicitada al alumnado: señalar el camino más corto para llegar a la tarta de cumpleaños de la tortuga, donde se pueden ver reflejados al tratarse de una actividad gratificante para ellos. Esta habilidad se encuentra íntimamente relacionada con la segmentación de las actividades de codificación del robot para avanzar y la constatación de la adecuación a lo solicitado (“¡Me he quedado por detrás!”, “Me he pasado, casi me salgo del camino”, etc.), así como la posibilidad de repetir sus acciones (“Voy a tener que repetirlo...”, “¿Puedo probar otra vez?”, etc.).

Hay que subrayar que si bien el alumnado participante no había utilizado la robótica educativa previamente, todos se han beneficiado de la intervención, independientemente de la variable género y edad. Del mismo modo sucede con el alumnado con ACNEAE, aunque solo la mitad de ellos ha incrementado su nivel de PC, el resto, con mayores dificultades, se ha mantenido en sus valores iniciales. Sin duda, integrar microrrelatos digitales aumentados en escenarios lúdicos donde intervienen un robot como protagonista, constituye una propuesta innovadora -y eficaz- para estimular el PC. Además, la integración de la codificación robótica como medio para contribuir en el desenlace feliz de una historia permite que el alumnado se inicie en la programación y desarrolle otras habilidades asociadas como la orientación espacial, la lateralidad, el conteo, la coordinación oculo-

manual, el razonamiento lógico, etc. El avance del robot por un escenario lúdico e inmersivo que invita a superar y resolver distintas actividades integradas en una historia, incrementa el PC del alumnado al tiempo que su implicación emocional con las tareas propuestas.

El diseño de la intervención responde a una visión constructivista del aprendizaje, donde el alumnado construye conocimientos a partir de experiencias significativas y contextualizadas, en este caso, dentro de microhistorias. A su vez, la experiencia se enmarca en un enfoque de aprendizaje situado, al vincular las actividades con el entorno inmediato del alumnado, el entorno marino, favoreciendo así la transferencia del conocimiento. Además, el enfoque STEAM está presente al hacer converger la tecnología, la narrativa y el PC, permitiendo promover de forma conjunta áreas como Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. Todo ello permite interpretar los resultados no solo desde su eficacia práctica, sino también desde una base conceptual sólida, lo que refuerza la validez de las conclusiones alcanzadas. Por tanto, los hallazgos de esta investigación se sustentan en principios pedagógicos consolidados que aportan solidez teórica a la propuesta.

Como limitaciones del estudio, hay que señalar que los resultados se refieren a un contexto escolar determinado con alumnado de 4 a 6 años. También cabe reconocer posibles sesgos debidos a que la selección de la muestra no fue aleatoria y la ausencia de grupo control. Además, sería interesante ampliar la muestra en un futuro y/o realizar la intervención con alumnado de otras edades. Igualmente, se podría adaptar la narrativa a centros de interés acordes al contexto de los participantes, integrando otras aplicaciones y actividades que requieran activar las habilidades asociadas al PC. Por otro lado, los instrumentos diseñados y la propia narrativa pueden traducirse a otro idioma, favoreciendo su réplica en otros contextos.

En cuanto a futuras líneas de investigación, sería pertinente realizar comparaciones con otros enfoques metodológicos para activar el PC -con o sin la utilización de dispositivos digitales-, explorar la aplicación de las micro-historias en diferentes áreas curriculares y llevar a cabo estudios longitudinales para evaluar la sostenibilidad del aprendizaje en el tiempo.

Contribuciones de los autores

Conceptualización, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas; curación de datos, Jonathan Castañeda-Fernández; análisis formal, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas y Jonathan Castañeda-Fernández; adquisición de financiación, M. Esther Del-Moral-Pérez; investigación, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas y Jonathan Castañeda-Fernández; metodología, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas y Jonathan Castañeda-Fernández; administración del proyecto, M. Esther Del-Moral-Pérez; recursos, Nerea López-Bouzas; software, Nerea López-Bouzas; supervisión, M. Esther Del-Moral-Pérez; validación, Jonathan Castañeda-Fernández; visualización, Nerea López-Bouzas; redacción del borrador original, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas y Jonathan Castañeda-Fernández; redacción, revisión y edición, M. Esther Del-Moral-Pérez, Nerea López-Bouzas y Jonathan Castañeda-Fernández.

Financiación

Esta investigación no ha recibido financiación externa

Disponibilidad de datos

El conjunto de datos utilizados en este estudio están disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia

Aprobación del comité ético

La intervención se llevó a cabo tras obtener el permiso del Comité de Ética de la Universidad de Oviedo (37__RRI__2024). Además, se explicó el propósito y los procedimientos al personal docente y a las familias (ver documento explicativo en: https://cutt.ly/geue42E1). El tratamiento, la comunicación y la transferencia de datos se realizaron de acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos (RGPD), así como con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPDGDD). El equipo de investigación conserva los datos anonimizados para garantizar la confidencialidad.

Consentimiento de publicación

No se aplica

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Derechos y permisos

Open Access. Este artículo está licenciado bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#), que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor original y a la fuente, se proporcione un enlace a la licencia Creative Commons y se indique si se realizaron cambios.

Referencias

- Akramova, G., Ma'murov, B., Akramova, S., Qo'ldoshev, R., & Shodmonova, A. (2024). Methods of using STEAM technologies in the development of pupils' computational thinking. In *E3S Web of Conferences*, 538, 05034. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453805034>
- Antunes, C., Neto, I., Correia, F., Paiva, A., & Nicolau, H. (2022). Inclusive'r'stories: An inclusive storytelling activity with an emotional robot. In *2022 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 90-100). IEEE. <http://doi.org/10.1109/HRI53351.2022.9889502>
- Ausubel, D.G. (1963). Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of teacher education*, 14(2), 217-222. <https://doi.org/10.1177/0022487163014002>
- Berson, I.R., Berson, M.J., McKinnon, C., Aradhya, D., Alyaeesh, M., Luo, W., & Shapiro, B.R. (2023). An exploration of robot programming as a foundation for spatial reasoning and computational thinking in preschoolers' guided play. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.015>
- Bono, A., Augello, A., Pilato, G., Vella, F., & Gaglio, S. (2020). An ACT-R based humanoid social robot to manage storytelling activities. *Robotics*, 9(2), 25. <https://doi.org/10.3390/robotics9020025>

- Bravo, F.A., Hurtado, J.A., & González, E. (2021). Using robots with storytelling and drama activities in science education. *Education Sciences*, 11(7), 329. <https://doi.org/10.3390/educsci11070329>
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning: Four lectures on mind and culture*. Harvard University Press.
- Canbeldek, M., & Isikoglu, N. (2023). Exploring the effects of “productive children: coding and robotics education program” in early childhood education. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3359-3379. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11315-x>
- Chang, C.C., Hwang, G.J., & Chen, K.F. (2023). Fostering professional trainers with robot-based digital storytelling: A brainstorming, selection, forming and evaluation model for training guidance. *Computers & Education*, 202, 104834. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104834>
- Chen, J., & Lee, J.S. (2023). Digital storytelling outcomes, emotions, grit, and perceptions among EFL middle school learners: Robot-assisted versus PowerPoint-assisted presentations. *Computer Assisted Language Learning*, 36(5-6), 1088-1115. <https://doi.org/10.1080/09588221.2021.1969410>
- Ching, Y.H., & Hsu, Y.C. (2023). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.
- Dagienė, V., Kampylis, P., Giannoutsou, N., Engelhardt, K., Malagoli, C., & Bocconi, S. (2024). Fostering computational thinking in compulsory education in Europe: a multiple case study. *Baltic journal of modern computing*, 12(2), 189-221. <http://doi.org/10.22364/bjmc.2024.12.2.05>
- Dietz, G., Le, J.K., Tamer, N., Han, J., Gweon, H., Murnane, E.L., & Landay, J.A. (2021). Storycoder: Teaching computational thinking concepts through storytelling in a voice-guided app for children. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-15). <http://doi.org/10.1145/3411764.3445039>
- Dietz, G., Tamer, N., Ly, C., Le, J.K., & Landay, J.A. (2023). Visual StoryCoder: A Multimodal Programming Environment for Children’s Creation of Stories. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16). <http://doi.org/10.1145/3544548.3580981>
- Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255-274. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106179>
- González-González, C.S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society*, 20, 1-15. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- Hu, C.C., Chen, M.H., Yuadi, I., & Chen, N.S. (2022). The effects of constructing robot-based storytelling system on college students’ computational thinking skill and technology comprehension. In *2022 24th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* (pp. 496-500). IEEE. <https://doi.org/10.23919/ICACT53585.2022.9728803>

- İşik, İ., Kert, S.B., & Tonbuloglu, İ. (2024). Think together, design together, code together: the effect of augmented reality activity designed by children on the computational thinking skills. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8493-8522. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12153-1>
- Leoste, J., Pastor, L., López, J.S.Garre, C., Seitlinger, P., Martino, P., & Peribáñez, E. (2021). Using robots for digital storytelling. A game design framework for teaching human rights to primary school students. In *Robotics in education: Methodologies and technologies* (pp. 26-37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67411-3_3
- Montuori, C., Gambarota, F., Altoé, G., & Arfé, B. (2024). The cognitive effects of computational thinking: A systematic review and meta-analytic study. *Computers & Education*, 210, 104961. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104961>
- Nawawi, S., Johari, A., Siburian, J., & Anggereini, E. (2024). The Transformative Power of Challenge-Based Learning in Cultivating 21st-Century Skills. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 7(3), 679-693. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v7i3.84243>
- Ouaazki, A., Bergam, K., Farah, J. C., Gillet, D., & Holzer, A. (2024). Generative AI-Enabled Conversational Interaction to Support Self-Directed Learning Experiences in Transversal Computational Thinking. In *Proceedings of the 6th ACM Conference on Conversational User Interfaces* (pp. 1-12). <https://doi.org/10.1145/3640794.3665542>
- Pajchel, K., Mifsud, L., Frågåt, T., Rehder, M. M., Juuti, K., Bogar, Y., ... & Rognes, A. (2024). Sign of the Times: The Framing of Computational Thinking in Danish, Finnish, and Norwegian Curricula. *Nordic Journal of Comparative and International Education (NJCIE)*, 8(4). <https://doi.org/10.7577/njcie.5744>
- Papadakis, S. (2022). Apps to promote computational thinking concepts and coding skills in children of preschool and pre-primary school age. In *Research anthology on computational thinking, programming, and robotics in the classroom* (pp. 610-630). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-6684-2411-7.ch028>
- Papert, S. (1980). *Children, computers, and powerful ideas*. Harvester.
- Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N., Al-Freih, M., Dickson, C., Guevara, C., Koster, L., Sánchez, M., Skallerup, L., & Stine, J. (2022). *Horizon Report, Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE.
- Shanmugam, L., Yassin, S.F., & Khalid, F. (2019). Enhancing students' motivation to learn computational thinking through mobile application development module (M-CT). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 1293-1303.
- Shute, V.J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Silva, B., Rodriguez, C., & Neris, V. (2023). Buttons, Devices, and Adults: How Preschool Children Designed an IoT Programming Tool. *Interacting with Computers*, 35(2), 301-314. <https://doi.org/10.3390/electronics13112086>

- Singh, B., & Kaunert, C. (2024). Computational Thinking for Innovative Solutions and Problem-Solving Techniques: Transforming Conventional Education to Futuristic Interdisciplinary Higher Education. In *Revolutionizing Curricula Through Computational Thinking, Logic, and Problem Solving* (pp. 60-82). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/979-8-3693-1974-1.ch004>
- Tengler, K., Kastner-Hauler, O., & Sabitzer, B. (2021). Enhancing Computational Thinking Skills using Robots and Digital Storytelling. In CSEDU (pp. 157-164). <http://doi.org/10.5220/0010477001570164>
- Terroba, M., Ribera, J.M., Lapresa, D., & 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>
- Triantafyllou, S. A., Sapounidis, T., & Farhaoui, Y. (2024). Gamification and computational thinking in education: a systematic literature review. *Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias*, 3, 659-659. <http://doi.org/10.56294/sctconf2024659>
- UNESCO (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>
- Utesch, M.C., Faizan, N.D., Krcmar, H., & Heininger, R. (2020). Pic2Program-An educational android application teaching computational thinking. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1493-1502). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125087>
- Vuorikari R., Kluzer S., & 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. <http://doi.org/10.2760/490274>
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, S., & Chakraborty, P. (2023). Introducing schoolchildren to computational thinking using smartphone apps: A way to encourage enrollment in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(4), 831-849. <https://doi.org/10.1002/cae.22609>
- Yang, W. (2024). Coding with robots or tablets? Effects of technology-enhanced embodied learning on preschoolers' computational thinking and social-emotional competence. *Journal of Educational Computing Research*, 62(4), 938-960. <https://doi.org/10.1177/07356331241226459>
- Yang, W., Ng, D.T. & Su, J. (2023). The impact of story-inspired programming on preschool children's computational thinking: A multi-group experiment. *Thinking skills and creativity*, 47, 101218. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101218>
- Yang, W., Ng, D.T., & Gao, H. (2022). Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. *British Journal of Educational Technology*, 53(6), 1817-1841. <https://doi.org/10.1111/bjet.13215>

- Yang, W., Su, J., & Li, H. (2024). Demystifying early childhood computational thinking: An umbrella review to upgrade the field. *Future in Educational Research*, 2(4), 458-477. <https://doi.org/10.1002/fer3.38>
- Yuberti, Diani, R., Suryani, Y., Latifah, S., Jamaluddin, W., & Widiawati, N. (2024). PjBL model with the STEAM approach: A solution to improve computational thinking ability. In *AIP Conference Proceedings*, 3058(1), 020003. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0201264>
- Zapata, M., Marcelino, P., El-Hamamsy, L., & Martín, E. (2024). A Bebras Computational Thinking (ABC-Thinking) program for primary school: Evaluation using the competent computational thinking test. *Education and Information Technologies*, 29, 14969–14998. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12441-w>
- Zeng, Y., Yang, W., & Bautista, A. (2023). Computational thinking in early childhood education: Reviewing the literature and redeveloping the three-dimensional framework. *Educational Research Review*, 39, 100520. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100520>
- Zhang, F., Lai, C. Y., Simic, M., & Ding, S. (2020). Augmented reality in robot programming. *Procedia Computer Science*, 176, 1221-1230. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.1221>

Cómo citar:

Del-Moral-Pérez, M.E., López-Bouzas, N., & Castañeda-Fernández, J. (2025). Microrrelatos, codificación robótica, aplicaciones digitales y realidad aumentada para potenciar el pensamiento computacional infantil [Micro-stories, Robotic Coding, Digital Applications, and Augmented Reality to Enhance Children's Computational Thinking]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 73, art.8. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.115193>