



Pensamiento computacional desenchufado en educación primaria: una propuesta en el ámbito STEAM desde el desarrollo de la expresión corporal

Unplugged computational thinking in primary education: a STEAM-based proposal through body expression development

Autores

Carmen M^a Sepúlveda Durán ¹
Azahara Arévalo Galán¹
Cristina M^a García Fernández¹

¹Universidad de Córdoba (España)

Autor de correspondencia:
Carmen M^a Sepúlveda Durán
s02seduc@uco.es

Cómo citar en APA

Sepúlveda Durán, C. M., Arévalo Galán, A., & García Fernández, C. M. (2025). Pensamiento computacional desenchufado en educación primaria: una propuesta en el ámbito STEAM desde el desarrollo de la expresión corporal. *Retos*, 67, 12-26. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.110772>

Resumen

Introducción: el actual currículo europeo potencia la alfabetización computacional de forma transversal y competencial en todas las áreas de la educación obligatoria. El área de Educación Física se caracteriza por sus posibilidades para el desarrollo de la lateralidad, el pensamiento abstracto y la ubicación espacial.

Objetivo: el objetivo de esta investigación consistió en evaluar el impacto de una intervención focalizada en el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) a través de la expresión corporal, la música y el movimiento.

Metodología: se diseñó una secuencia didáctica con metodología cooperativa mediante Actividades Computacionales Desconectadas (ACD) que trabajan conceptos computacionales (secuencias, bucles simples, bucles anidados, condicionales, ciclo mientras, combinaciones) secuenciados por dificultad. Para evaluar la eficacia de la secuencia didáctica sobre el desarrollo del PC se diseñó un estudio cuasi experimental, con medidas pretest-posttest. Participaron 300 escolares de 1º a 4º de primaria, 150 pertenecientes a grupo experimental y 150 a grupo control. Se tuvo en cuenta las variables de contexto rural y urbano, género y curso.

Resultados: se observa desarrollo significativo de las puntuaciones sobre PC en grupo experimental, así como en la adquisición de todos los conceptos computacionales abordados. No se observan diferencias en cuanto a contexto o género. Sí se presentan diferencias significativas entre las puntuaciones de las diferentes edades.

Conclusiones: se concluye con la efectividad de la secuencia didáctica diseñada para el desarrollo del PC en todos los cursos escolares, especialmente en edades más tempranas.

Palabras clave

Actividades desconectadas; educación primaria; expresión corporal, música y movimiento; pensamiento computacional; STEAM.

Abstract

Introduction: the current European curriculum promotes computational literacy across all areas of compulsory education in a transversal and competency-based manner. Physical Education is particularly suited for developing laterality, abstract thinking, and spatial orientation. **Objective:** this study aimed to evaluate the impact of an intervention focused on fostering Computational Thinking (CT) through body expression, music, and movement.

Methodology: a didactic sequence was designed using a cooperative methodology through Unplugged Computational Activities (UCA), addressing computational concepts such as sequences, simple loops, nested loops, conditionals, while loops, and combinations, sequenced by increasing difficulty. To assess the effectiveness of the didactic sequence in CT development, a quasi-experimental study with pretest-posttest measures was conducted. A total of 300 primary school students from Grades 1st to 4th participated, with 150 in the experimental group and 150 in the control group. Variables such as rural and urban context, gender, and school grade were considered.

Results: the results indicate a significant improvement in CT scores in the experimental group, along with enhanced acquisition of all computational concepts addressed. No significant differences were observed in terms of context or gender. However, notable differences were found across age groups.

Conclusions: it is concluded that the designed didactic sequence is effective in fostering CT development across all primary school grades, with particularly strong benefits for younger students.

Keywords

Body expression, music and movement; computational thinking; primary education; STEAM; unplugged activities.

Introducción

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas marcó los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2024). Entre ellos, el Objetivo cuatro, versa sobre la educación inclusiva, equitativa y de calidad, que promueva oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida; el cinco, sobre la igualdad de género y el nueve, sobre industria, innovación e infraestructura. Posteriormente, con base a estos objetivos, en 2019 la Comisión de la Unión Europea publicó seis prioridades en la Agenda Estratégica 2019-2024. Entre ellas, una de las principales es preparar a la sociedad europea a una era digital. Este interés nace con el objetivo de preparar a la sociedad para una generación en la que tendrá que hacer un uso continuo de las tecnologías, con una presencia creciente en la vida diaria (Blaskó et al., 2021).

En este aspecto, la implementación de las áreas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Maths* – Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) y el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) han adquirido especial relevancia. La importancia de trabajar este tipo de pensamiento va más allá de que el individuo sea capaz de desenvolverse en aspectos relacionados con las Ciencias Computacionales (CC) (Leroy & Romero, 2021). El PC se considera hoy en día como un conjunto de procesos cognitivos, independientes a las computadoras, pero que conforman un nuevo modelo de pensamiento (Zhang et al., 2020) y tienen repercusión en la resolución de problemas cotidianos independientemente de la naturaleza de los mismos (Grover, 2021).

En este sentido, el PC no solo se limita a procesos lógicos y analíticos, sino que también se trabajan aspectos creativos para enfrentar la resolución de problemas desde perspectivas innovadoras. Por ello, debe observarse en los acrónimos de STEAM el uso de la “A” de “artes”. La introducción de las artes en este conjunto no es un tema arbitrario, sino que deriva de la importancia de aplicar la creatividad en la resolución de los problemas complejos (Burnard et al., 2022).

Con estas bases, este trabajo expone cómo los acuerdos europeos introducen cambios transversales y competenciales en todas las áreas de educación primaria, y se muestra una reseña del panorama educativo de las STEAM en los países miembros. Tras esta revisión bibliográfica, se plantea el diseño de una propuesta didáctica basada en el uso de Actividades Computacionales Desconectadas (ACD) en el área de Educación Física, siendo esta la metodología idónea para el desarrollo temprano del PC en la etapa de primaria (Bell & Vahrenhold, 2018). El área de educación física es una disciplina que por su carácter innovador e interdisciplinar se presta al trabajo por ámbitos desde diferentes metodologías donde el alumnado interactúa para aprender. Tras la propuesta, se pretende conocer la alfabetización computacional de este alumnado, primero porque es una de las franjas de edad menos estudiadas (González et al., 2024; Lorenzo-Lledó et al., 2024; Corrales et al., 2024) y en segundo lugar porque es una etapa donde se desarrolla ampliamente la expresión corporal del alumnado. En base a ello, se presenta un estudio cuasi experimental en el que se evalúa el desarrollo del PC de los estudiantes de educación primaria que han llevado a cabo ACD. El trabajo cierra con la exposición de los resultados del estudio, así como una discusión y conclusiones.

STEAM en el currículo europeo

Actualmente, en el marco educativo de la Unión Europea, se está desarrollando el Plan de Acción Digital 2021-2027 (DEAP *Digital Education Action Plan*). La promoción de este plan ha introducido que los países de los estados miembros revisen la legislación educativa competente e introduzcan el estudio de las CC y el PC en sus currículos. Tal es el interés en este aspecto, que *Joint Research Centre* (JRC) (centro de investigación de la Unión Europea) realiza estudios sobre el panorama educativo europeo en PC. El último estudio realizado por JRC (Bocconi et al., 2022), relaciona que en los currículos europeos se han producido tres tipos de planteamiento en la enseñanza de las CC:

El primer planteamiento hace referencia al desarrollo de la alfabetización computacional desde una asignatura concreta diseñada para ello. Un ejemplo es implantar una nueva asignatura en el currículo, como robótica. El segundo planteamiento es abordar esta alfabetización desde una asignatura ya existente en el currículo, como, por ejemplo, matemáticas o informática. El tercer planteamiento se aborda desde una perspectiva transversal, y es la más extendida entre los países miembros. Este planteamiento consiste en realizar la alfabetización computacional a través de varias asignaturas de los currículos.

Como ejemplo, Bocconi et al. (2022) citan que, en Noruega, utilizan más ampliamente el término Pensamiento Algorítmico que PC, y es obligatorio desde el curso 2020/2021 su desarrollo desde las áreas de matemáticas, ciencias, arte y música, que se distribuyen en la etapa de la educación primaria. En este país se enfoca el desarrollo del PC desde la resolución de problemas, el desarrollo de habilidades lógicas y el uso de herramientas digitales. Otro ejemplo es el caso de Lituania, que trabaja el PC de manera transversal en la asignatura de artes, lengua, matemáticas, ciencias naturales y sociales. Lituania apuesta por introducir la programación y la alfabetización digital desde estas asignaturas.

Pensamiento Computacional en España

A nivel de producción científica, España es, tras Estados Unidos, el país con más publicaciones sobre PC en educación primaria (Piazza & Mengual-Andrés, 2020). Este interés científico se refleja en las distintas actuaciones que realizan tanto el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deporte, como la colaboración de las administraciones educativas de las distintas Comunidades y Ciudades Autónomas. Entre los años 2018 y 2022 se ha llevado a cabo la Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial (EPCIA), desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF). En el estudio EPCIA (2022), se pone de manifiesto como las nuevas tecnologías cambian la forma de percibir tanto el mundo físico como el virtual y cómo la competencia digital docente es necesaria para transformar el aprendizaje dando respuesta a las nuevas exigencias sociales, económicas y laborales. Los estudios realizados por EPCIA se basan en el Pensamiento Computacional Desconectado, tipos de lenguajes de programación, Inteligencia Artificial y Robótica. Otras de las iniciativas que se llevan a cabo desde INTEF es la *Code Week* en línea con el proyecto europeo *EU Code Week* y el espacio ChicaSTEM. Actualmente, en los centros educativos españoles, se está llevando a cabo el Plan de Digitalización y Competencias Digitales del Sistema Educativo (Plan #DigEdu), recogido en el Plan Nacional de Competencias Digitales de la Agenda Digital 2025. En línea con estos planes, se desarrolla la iniciativa nacional Programa Código Escuela 4.0 para la alfabetización en programación y robótica.

En lo referente a legislación educativa, la presencia del PC y el ámbito STEAM se realiza de forma general en las áreas del currículo de educación primaria. Así, la alfabetización del PC se presenta como el desarrollo y experimentación de nuevos lenguajes, como el aprendizaje de códigos de programación. El Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación primaria, establece que se trabajará la competencia en matemáticas y la competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) de manera transversal en todas las áreas. Aunque las artes no se contemplan en este término, en las distintas Comunidades Autónomas se han establecido programas que incluyen la educación artística, como los Programas de Innovación y Formación de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, que ofrecen programas STEAM en los que se ha incluido la línea de “Pensamiento Desconectado”.

Desde el enfoque transversal de la competencia STEM, el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, recoge que la Educación Física contribuye al desarrollo de la misma a través de las competencias específicas propias del área. Estas últimas están directamente relacionadas con los descriptores operativos de la competencia STEM, que versan sobre el desarrollo del pensamiento científico y la participación cooperativa en proyectos para solucionar problemas. Algunos ejemplos de este nexo son:

- La competencia específica 1 abarca el estilo de vida activo y saludable. Esta contribuye a los descriptores operativos STEM 2, sobre la explicación de fenómenos y comprobación de hipótesis, y STEM 5, sobre emprender acciones fundamentadas científicamente. Esta competencia, alineada con los retos del siglo XXI y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, se desarrolla mediante actividades físico-deportivas que promueven la salud integral. Su enfoque transdisciplinar abarca la participación activa, la alimentación saludable, la educación postural y el análisis de hábitos en el deporte y la vida cotidiana. Se trabaja a través de prácticas aeróbicas, debates, proyectos interdisciplinares y la integración de normas de seguridad e higiene.
- La competencia específica 2 versa sobre la adaptación de las capacidades y habilidades físicas a las demandas de prácticas motrices. Esta contribuye al descriptor operativo STEM 1, sobre el uso de métodos inductivo y deductivo y el uso de estrategias de resolución de problemas. Esta competencia implica planificar, ejecutar y evaluar acciones, ajustando estrategias según sea necesario en diversas prácticas motrices. Se desarrolla en contextos variados como juegos depor-

tivos, actividades circenses, desafíos cooperativos y espacios de acción. Se busca que el alumnado experimente distintas categorías deportivas, priorizando aquellas con un enfoque mixto e inclusivo.

- La competencia específica 5, sobre la valoración de los medios naturales y urbanos y comprendiendo la importancia de su conservación, realizando prácticas eficientes y respetuosas con el entorno, se relaciona con el descriptor STEM 5, explicado anteriormente. Fomentar hábitos sostenibles desde la infancia es clave, especialmente en acciones cotidianas que contribuyan al bienestar común. Las actividades físico-deportivas ofrecen un contexto ideal para desarrollar esta competencia, promoviendo la interacción con el entorno y su conservación. En espacios urbanos, opciones como el patinaje o la danza urbana son relevantes, mientras que en entornos naturales se pueden integrar prácticas como senderismo, escalada, esquí o cicloturismo, adaptadas a las posibilidades del centro y enfocadas en la sostenibilidad.

Diseño de las Actividades Computacionales Desconectadas

Teniendo en cuenta la irrupción de la enseñanza del PC en el currículo, en este trabajo se expone un diseño de diferentes actividades secuenciadas para llevar a cabo en el primer y segundo ciclo de educación primaria. Las actividades se diseñaron atendiendo a autores como Peel et al. (2022), Del Olmo-Muñoz et al. (2020) y Bell y Vahrenhold (2018), quienes defienden que la alfabetización computacional debe comenzarse en las edades más tempranas desde actividades que puedan ser llevadas a cabo sin dispositivos, es decir, desconectadas o desenchufadas (*unplugged* en su término inglés original). Bell y Vahrenhold (2018), pioneros en el diseño de las actividades desenchufadas, plantean unas premisas para que unas actividades puedan denominarse desconectadas o desenchufadas. Algunas de ellas son: no requerir de dispositivos, utilizar materiales de bajo costo, ser fácilmente adaptables a cualquier contexto educativo y poseer perspectiva de género neutra.

Para realizar el diseño de las ACD se han tomado como referencia las preguntas del *The Competent Computational Thinking Test* (cCTt) (El-Hamamsy et al., 2022), y se han incluido dentro de su diseño contenidos específicos relacionados con la expresión corporal, la música y el movimiento, la danza, la lateralidad y la ubicación espacial, en línea con estudios como los de González-Serrano (2022), sobre el desarrollo integral de los estudiantes en Educación Física.

Tomar como base preguntas que evalúan el PC para la creación de nuevas actividades computacionales de carácter desconectado ya se ha realizado con anterioridad en la literatura científica. Muestra de ello es el estudio de Lehtimäki et al. (2022), en el que se diseñan actividades de este tipo para educación primaria con base en las preguntas del Desafío Internacional de Bebras.

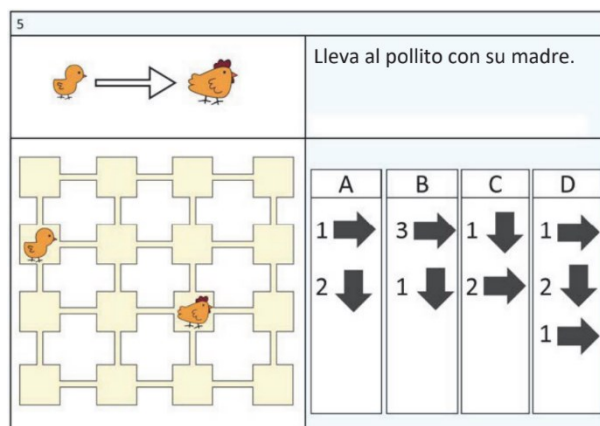
En el panorama educativo internacional se pueden consultar variedad de actividades desenchufadas. Ejemplo de ellos son plataformas online en abierto, tales como, programamos.es, csunplugged.org de la Universidad de Canterbury, o los Cuadernillos Digitales de PC de la Universidad de la Laguna. El contenido de estas actividades desenchufadas podría aplicarse a propuestas didácticas en las que esté presente el uso de un robot computacional u otros dispositivos. Exceptuando ejemplos concretos dentro de la relación de actividades que se exponen en cada una de ellas, no se encuentran estudios de Actividades Desconectadas expresamente relacionados con la temática de la expresión corporal en la Educación Física. Aunque existen experiencias multidisciplinares STEAM con utilización de dispositivos (Herro et al., 2022) y uso de Makey-Makey en combinación con coreografías y creaciones musicales (López et al., 2020).

Las ACD que han sido diseñadas en la propuesta trabajan diversos conceptos computacionales (Brennan & Resnick, 2012) presentes en el trabajo de El-Hamamsy et al. (2022) que se ha tomado como base para el diseño de las actividades. Estos conceptos son:

- Secuencias: definido por Brennan y Resnick (2012) como una serie de instrucciones específicas que producen una acción.
- Bucles: los citados autores lo definen como “el mecanismo para ejecutar una secuencia de instrucciones varias veces” (p.4). El-Hamamsy et al. (2022) diferencia en las preguntas de su instrumento entre bucles simples y bucles anidados. En los bucles simples puede observarse que una instrucción se repite varias veces (Figura 1), mientras que en los bucles anidados se presentan un grupo de instrucciones que se repiten varias veces (Figura 2).

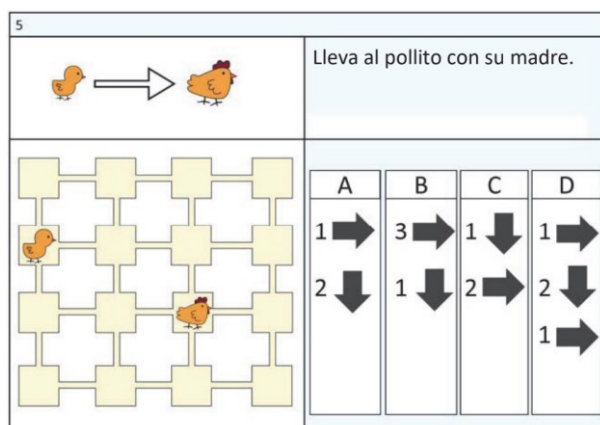


Figura 1. Ejemplo de respuestas con bucles simples del cCTt.



Fuente: El-Hammamsy et al., 2022.

Figura 2. Ejemplo de respuestas (b, c y d) con bucles anidados del cCTt.



Fuente: El-Hammamsy et al., 2022.

- Condicionales: Brennan y Resnick (2012) los presentan como la capacidad de tomar decisiones basadas en ciertas condiciones. Román-González et al. (2019) diferencian entre los condicionales si (*if*), si no (*if/else*) (ejemplo: si hay camino, sigue recto, sino, gira a la derecha), y los condicionales de ciclo mientras (*while*) (ejemplo: mientras haya camino, continúa recto).
- Combinaciones: trabajan todos los conceptos descritos.

Justificación y objetivos de la investigación

González et al. (2018) afirman que el desarrollo del PC en educación primaria se encuentra como uno de los aspectos más importantes dentro de la educación permanente que el alumnado necesita para una educación de calidad, siendo un reclamo de la sociedad a nivel formativo, académico y profesional. Los autores afirman que el trabajo del PC supone un desarrollo cognitivo de habilidades de orden superior a través del empleo de procesos lógicos, algoritmos y pensamiento abstracto.

Teniendo en cuenta estas aportaciones y la importancia del desarrollo del PC en los escolares, este trabajo reviste un interés particular debido a su alineación con la normativa vigente en los ámbitos internacional, nacional y autonómico, así como por su conexión con las nuevas demandas tecnológicas como

base para un futuro digitalizado. Además, destaca por su enfoque en la resolución de problemas y desafíos de la vida cotidiana, su capacidad para incorporar metodologías activas e inclusivas como el aprendizaje cooperativo en los centros de educación primaria, y el alto nivel de interés y motivación que este tipo de aprendizaje genera en el alumnado (Lage-Gómez & Ros, 2021).

Así, este trabajo de investigación pretende, como objetivo principal, evidenciar el desarrollo del PC en el alumnado de educación primaria a través de una secuencia didáctica con ACD de forma secuenciada que trabajan el desplazamiento, la lateralidad, la ubicación espacial, el ritmo, la educación auditiva y el desarrollo psicomotriz. Asimismo, se busca proporcionar a la comunidad científica un análisis detallado del desarrollo de estas capacidades, destacando el valor del PC como una alfabetización esencial que debería adquirirse en edades tempranas. Esto permitirá sentar las bases para su progresión y aplicación en el ámbito académico y profesional a lo largo de la vida.

Por último, en este trabajo se ofrece una propuesta didáctica en el área de Educación Física que es extrapolable a diferentes áreas del currículum de educación primaria. La investigación llevada a cabo sobre la misma está enmarcada en los nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje que ubican al alumnado en el centro del proceso. Este tipo de investigaciones sirve de reflexión para los equipos docentes, despertando su interés por el potencial formativo que tiene la alfabetización computacional en las nuevas generaciones.

Método

Diseño de investigación y análisis de datos

El estudio realizado se diseñó como estudio de carácter cuasiexperimental, estructurado para incluir mediciones pretest y posttest con el propósito de evaluar los efectos de la intervención. El instrumento utilizado fue *The Competent Computational Thinking Test* (cCTt) ($\alpha=.721$) (El-Hamamsy et al., 2022). La consistencia interna del instrumento ($\alpha = .721$) fue adecuada en este estudio. El grupo experimental realizó las actividades formativas diseñadas. Se tuvo en cuenta el número de preguntas correctas y erróneas tanto en el pretest como en el posttest. Para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias del grupo experimental y control se realizó, como prueba previa, la *t* de Student para muestras independientes en el pretest y posttest. Posteriormente, con el fin de observar la efectividad del programa focalizado en el desarrollo del PC a través de ACD, fue analizada mediante modelos lineales de medidas repetidas, comparándose el pretest y posttest tanto en grupo experimental como en control, teniendo en cuenta las variables curso, contexto y género. La codificación y el análisis de datos fue realizado con el paquete estadístico SPSS en su versión 27.

Variables y muestra

Para el análisis de los datos obtenidos del grupo experimental y control, se han tenido en cuenta las siguientes variables:

- Género: Se diferencia entre género masculino y femenino.
- Edad del alumnado: Se tuvo en cuenta la madurez del alumnado en cuanto a las diferentes edades que cursan de primero a cuarto de primaria: 6 años, 7 años, 8 años, 9 años y 10 años.

Se detalla la composición de la muestra final:

- Grupo experimental (N =150), de 6 años (19), 7 años (23), 8 años (33), 9 años (25), 10 años (50). 81 fueron estudiantes de género masculino y 69 de género femenino. Se tuvo en cuenta el contexto, siendo 111 de contexto urbano y 40 de contexto rural.
- Grupo control (N =150) contó con estudiantes de 6 años (27), 7 años (21), 8 años (34), 9 años (33) y 10 años (35). 78 estudiantes eran de género masculino y 72 de género femenino. Según el contexto, el 113 de contexto urbano y 37 de contexto rural.
- Contexto: se diferenció entre urbano y rural, atendiendo a la clasificación de Eurostat (2024) en la que se basa el Instituto Nacional de Estadística de España:

- Urbano: son aquellos estudiantes que pertenecen a una densidad de población superior a 1.500 habitantes por kilómetro cuadrado.
- Rural: hace referencia a los estudiantes que pertenecen a una densidad de población inferior a 1.500 habitantes por kilómetro cuadrado

La muestra fue seleccionada por accesibilidad, debiendo cumplir los siguientes criterios:

- Ser alumno/a de primer o segundo ciclo de Educación Primaria (1º-4º de Primaria), estando matriculado en uno de ellos en el curso 2023/2024.
- No tener conocimientos previos de programación, ni realizar actividades extraescolares relacionadas con la temática.
- Estar matriculado en un centro público de la comunidad autónoma de Andalucía.

Procedimiento

En el mes de septiembre del curso 2023/2024 se estableció contacto con diferentes centros educativos de educación primaria para llevar a cabo la explicación del estudio a realizar. De los centros educativos públicos que aceptaron su participación, se cumplimentó la solicitud de extracción de datos para la administración educativa a través de la plataforma Séneca. Además, se solicitó permiso a las familias y tutores legales, así como a las direcciones y consejos escolares, informándose del carácter confidencial de los datos y que se trataba de una actividad de carácter voluntario sin repercusión en los resultados académicos. La investigación respetó los postulados de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2024).

En octubre se realizaron reuniones de coordinación entre personal docente especialista de educación física de los centros e investigadores. En estas reuniones, se expusieron las sesiones didácticas a llevar a cabo, la explicación de las actividades a los docentes. Finalmente, se adecuó las sesiones a la edad de los grupos participantes. En el mes de noviembre, el grupo de investigadores visitaron las aulas y se aplicó el pretest. En diciembre y enero, se llevaron a cabo la realización de las cinco sesiones didácticas de ACD. Estas actuaciones se realizaron en sesiones de 45 minutos. A finales de enero se realizó el postest y en febrero se realizó la extracción y análisis de datos del presente trabajo de investigación.

La propuesta didáctica se llevó a cabo en grupos de entre 3 y 4 estudiantes, en las que de manera cooperativa debían resolver las actividades planteadas. Para ello, se le presentaron las sesiones formativas a modo de reto para realizarlas desde la interacción entre iguales, de acuerdo con las premisas de actividades desenchufadas de Bell y Vahrenhold (2018). En total, los estudiantes resolvieron un total de 30 ACD. Las temáticas que estas actividades abarcan han sido varias (Tabla 1):

Tabla 1. Contenidos trabajados.

Sesión	Contenidos trabajados	Concepto Computacional
1º	Dibujo de una cuadrícula en el suelo a modo de ajedrez donde el alumnado se desplaza evitando obstáculos.	Secuencias
2º	Expresión corporal, percusión corporal y movimiento	Secuencias Bucles simples y anidados
3º	Desplazamientos hacia la derecha, izquierda, delante y detrás simulando un robot de suelo.	Secuencias Condicionales
4º	Seriación con objetos cotidianos	Mientras Combinaciones
5º	Dispositivos robóticos que reproducen las actividades desenchufadas	Combinaciones

En la sesión inicial se dividieron en grupos heterogéneos (grupos planificados por el docente considerando la diversidad de habilidades y capacidades), con estudiantes con diferentes roles (capitán, cronometrador, encargado del material, motivador, portavoz). Una vez establecidos los grupos de escolares, se repartieron tableros de ajedrez y cinta adhesiva, se les indicó que debían copiar las cuadrículas a tamaño real para que cada alumno/a pudiera permanecer dentro de una cuadrícula. Estas cuadrículas se han utilizado en todas las sesiones en las que el alumnado se ha colocado sobre las mismas, imitando las fichas de un tablero a gran escala. Al acabar la cuadrícula se han entregado balones de diferentes colores, para que el alumnado los colocara en determinadas cuadrículas y los desplazó en el espacio

resolviendo los retos computacionales. En la 2ª sesión, el alumnado se ha colocado sobre las cuadrículas para realizar ejercicios de lateralidad (preferencia por un lado del cuerpo, importante para la coordinación) movimiento (desarrollo de habilidades motoras y prevención de lesiones) expresión corporal (uso del cuerpo para comunicar emociones e ideas), y percusión corporal (uso del cuerpo como instrumento musical para mejorar coordinación) al ritmo de una música construida en bucle, imitando al capitán o capitana del equipo que rotó de forma intrínseca en cada grupo. En la 3ª sesión se realizan desplazamientos de diferentes lugares de la cuadrícula señalados por el/la capitán o capitana del equipo imitando los desplazamientos que realiza un robot de suelo (*bee-bot*). En la 4ª sesión se han realizado actividades de seriación con balones, picas, aros pequeños y cuerdas. En la 5ª sesión se ha introducido en la clase el manejo y funcionamiento del balón Sphero Mini Soccer, que se trata de un robot educativo programable del tamaño de una pelota de *ping-pong* y con la apariencia de un balón de fútbol. El alumnado ha imitado la carrera de obstáculos que ha realizado el pequeño balón en un circuito.

Resultados

Inicialmente, se examinó posibles diferencias entre el grupo experimental y control, mediante la prueba *t* de *Student* para muestras independientes. El análisis de datos no señaló diferencias estadísticamente significativas en el pretest para el grupo control y experimental ($t = 1.743$; $p = .82$), pero sí diferencias estadísticamente significativas para el posttest entre el grupo control y experimental ($t = 6.462$; $p = .000$).

En relación a las diferencias en el pretest y posttest, en el grupo experimental, la puntuación en PC ($t = -13.314$; $p = .000$), y la mayoría de los conceptos o constructos que la componen aumentaron tras la aplicación del programa formativo (Tabla 2 y 3). Así, los análisis de medidas repetidas para muestras relacionadas encontraron diferencias estadísticas significativas en las puntuaciones generales, siendo mayor en el posttest, tras la realización de las ACD (Tabla 2).

Tabla 2. Diferencias en puntuaciones generales entre pre y posttest en grupo experimental y control.

	N	M	DT	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Pretest experimental	150	9.033	4.198	.473	-13,314	.000
Posttest experimental	150	13.560	3.900			
Pretest Control	150	6.104	2.691	0.910	1.034	.307
Posttest Control	150	5.937	2.504			

Tabla 3. Diferencias en puntuaciones de los conceptos computacionales entre pre y posttest en grupo experimental y control.

	N	M	DT	R	<i>t</i>	<i>P</i>	η^2
Pretest Secuencias experimental	150	.553	.345	.275	-10.595	.000	.43
Posttest Secuencias experimental	150	.861	.223				
Pretest bucles simples experimental	150	.458	.371	.415	-10.851	.000	.44
Posttest bucles simples experimental	150	.776	.276				
Pretest bucles anidados experimental	150	.356	.243	.315	-6.055	.000	.19
Posttest bucles anidados experimental	150	.501	.256				
Pretest condicionales experimental	150	.170	.179	.168	-4.634	.000	.12
Posttest condicionales experimental	150	.263	.202				
Pretest ciclo mientras experimental	150	.235	.221	.191	-4.465	.000	.11
Posttest ciclo mientras experimental	150	.356	.295				
Pretest combinaciones experimental	150	.383	.386	.309	-3.131	.002	.06
Posttest combinaciones experimental	150	.503	.411				
Pretest Secuencias control	150	.528	.338	.998	-1.000	.319	.007
Posttest Secuencias control	150	.539	.336				
Pretest bucles simples control	150	.398	.351	.990	-1.642	.103	.018
Posttest bucles simples control	150	.405	.347				
Pretest bucles anidados control	150	.315	.226	.982	-2.164	.032	0.30
Posttest bucles anidados control	150	.307	.223				
Pretest condicionales control	150	.161	.171	.697	-1.069	.287	.008
Posttest condicionales control	150	.176	.239				
Pretest ciclo mientras control	150	.231	.227	.767	-.229	.819	.000
Posttest ciclo mientras control	150	.235	.278				
Pretest combinaciones control	150	.373	.360	.652	1.202	.231	.010
Posttest combinaciones control	150	.333	.536				

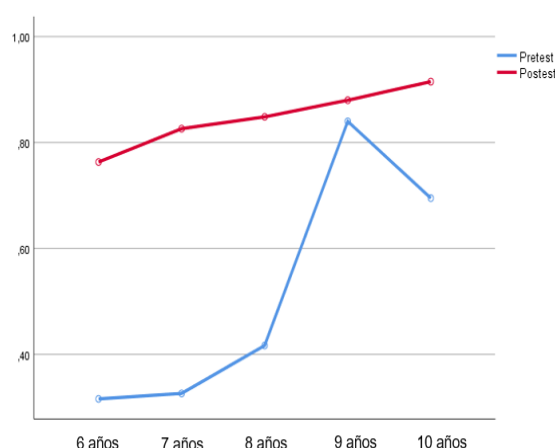
Considerando los distintos conceptos computacionales estudiados en el grupo experimental (secuencias, bucles simples, bucles anidados, condicionales, ciclo mientras, y combinaciones), se observaron

diferencias estadísticas significativas en todos los conceptos estudiados, comparando pretest y postest (Tabla 3), señalando una mayor puntuación en el grupo experimental tras la intervención.

En cuanto al contexto, los análisis del modelo lineal general para medidas repetidas (ANOVAS de dos vías) no señalaron diferencias significativas entre contextos rural y urbano, observándose un desarrollo similar entre ambos grupos ($F = .603$; $p = .481$). De igual forma ocurre con la variable género, no se señalaron diferencias estadísticamente significativas para los contextos rural y urbano ($F = .360$; $p = .265$).

Para la edad del alumnado los análisis ANOVA de dos vías, indican diferencias estadísticas significativas entre las puntuaciones de pretest y postest ($F = 11.291$; $p = .000$). En secuencias, el análisis de varianza (ANOVA) mostró un efecto significativo de la edad, indicando diferencias estadísticas significativas entre los grupos pretest y postest ($F = 13.775$; $p = .000$). Los análisis Post hoc muestran las diferencias de medias entre los escolares de mayor edad y los de menos. Particularmente los escolares de 9 y 10 años presentaron medias más elevadas que los 6, 7 y 8 años ($p = .000$) (ver Figura 3).

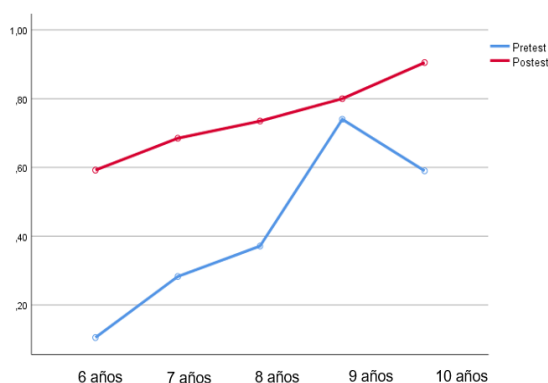
Figura 3. Puntuaciones pre y postest en secuencias, atendiendo a la edad del alumnado.



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a bucles simples, el análisis de varianza (ANOVA de dos vías) mostró un efecto significativo de la edad, indicando diferencias estadísticas significativas entre los grupos pretest y postest ($F = 15.531$; $p = .000$). Los análisis Post hoc muestran las diferencias de medias entre los escolares de mayor edad y los de menos. Particularmente los escolares de 9 y 10 años presentaron medias más elevadas que los 6, 7 y 8 años ($p = .000$), aunque no hay diferencias significativas entre 6 y 7 años ni entre 9 y 10 años, lo que sugiere que el mayor salto en el desempeño ocurre entre 8 y 9 años de edad (Figura 4):

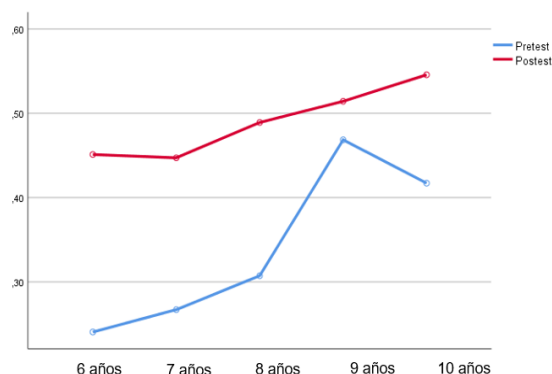
Figura 4. Puntuación pre y postest en bucles simples, atendiendo a las distintas edades.



Fuente: elaboración propia.

Las puntuaciones sobre el concepto computacional de bucles anidados muestran diferencias estadísticas significativas entre el pretest y posttest para la edad ($F = .332$; $p = .012$), identificando los análisis Post hoc que solo existen diferencias significativas entre el grupo de los 7 y los 10 años ($p = .046$) (Figura 5):

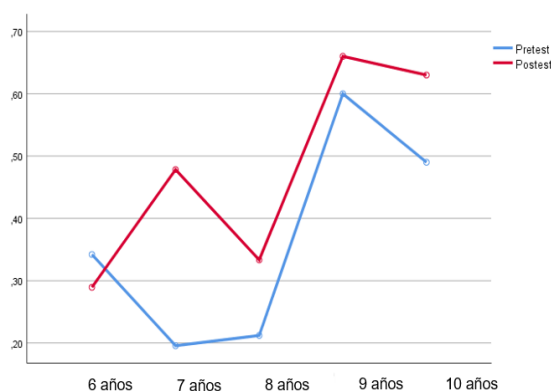
Figura 5. Puntuaciones pre y posttest en bucles anidados, atendiendo a la edad.



Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza (ANOVA de dos vías) sobre los conceptos condicionales, no señala diferencias estadísticas significativas para las distintas edades y entre el pretest y posttest ($F = 1.225$; $p = .358$). De igual forma ocurre en el ciclo mientras, no se observan diferencias estadísticas significativas entre el pretest y posttest ($F = .995$; $p = .530$). En cuanto a las combinaciones, sí se observan diferencias significativas de puntuación entre el pretest y posttest para las distintas edades ($F = 8.982$; $p = .000$). Los análisis Post hoc muestran un rendimiento similar en los grupos de edad más bajos y en los más altos, pero señalando un marcado salto entre estos grupos. Particularmente, se identifican diferencias de medias significativas entre el grupo de los 6 años vs. 9 años ($p = .005$), el de los 6 años vs. 10 años ($p = .020$), 7 años vs. 9 años ($p = 0.06$), 7 años vs. 10 años ($p = .024$), 8 años vs. 9 años ($p = .000$) y 8 años vs. 10 años ($p = .000$), aunque no se señalan diferencias significativas entre 6 y 7 años ni entre 9 y 10 años (ver Figura 6).

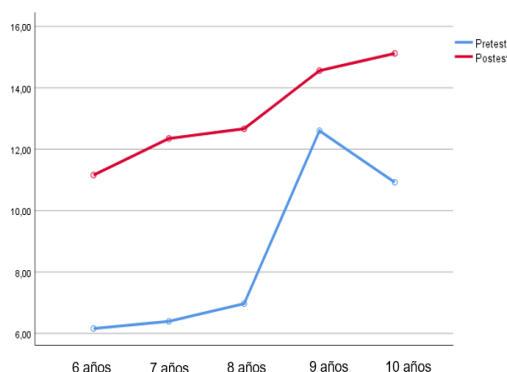
Figura 6. Puntuaciones pre y posttest en combinaciones, atendiendo a la edad.



Fuente: elaboración propia.

Destaca, de manera generalizada una mayor puntuación para la edad de 9 años en los distintos conceptos computacionales. Si bien es cierto, que el grupo con mayor puntuación posttest es a los 10 años de edad como puede observarse en la Figura 7. Además, los resultados señalan un aumento en la puntuación para la edad de 6, 7 y 8 años:

Figura 7. Puntuación general pretest y postest sobre la variable edad.



Fuente: elaboración propia.

Discusión y conclusiones

En referencia al estudio sobre el impacto de las ACD diseñadas, los resultados muestran un aumento significativo en las puntuaciones en el grupo que ha realizado las actividades, así como en todos los conceptos computacionales trabajados, exceptuando las combinaciones en la edad de 6 años. Este incremento puede atribuirse a diversos factores, tales como el enfoque práctico de las actividades, que fomentan la participación activa y la aplicación directa de conceptos teóricos; el ambiente lúdico y colaborativo que facilita el aprendizaje interactivo; y la integración de la Educación Física, que permite a los alumnos experimentar los conceptos computacionales de forma dinámica. Este trabajo evidencia que, desde la práctica, es posible una alfabetización computacional en los estudiantes de edades tempranas mediante ACD dentro de la etapa primaria y del área de Educación Física, ámbito que ofrece facilidades para adquirir la teoría a través de la práctica. El aumento de puntuaciones observado concuerda con otros estudios, como los de Li et al. (2023), en los que un programa de actividades desconectadas mejora las habilidades computacionales de forma significativa, o los de Kirçali y Ozdener (2023), en cuyo estudio comparan el desarrollo computacional en estudiantes que se forman en code.org, Scratch y actividades desconectadas, siendo este último el que más desarrollo muestra en habilidades computacionales.

En cuanto a los resultados sobre género, en este estudio no se han observado diferencias significativas entre el desarrollo de ambos. Jiang y Wong (2022) tampoco encontraron diferencias de género en su estudio sobre PC en los estudiantes de primaria, que trabajaron los conceptos computacionales de condicionales, operadores lógicos, reconocimiento de patrones y generalización. Aunque hay trabajos (Del Olmo-Muñoz et al., 2022) que muestran mayores puntuaciones en el género masculino en los ámbitos de computación e informática, se ha demostrado que las posibles diferencias encontradas dependen del contexto sociocultural (Rachmatullah et al., 2022) y los estereotipos inculcados a nivel social (Master et al., 2023). Torres-Torres et al. (2021) muestra, en este aspecto, que la actual igualdad de oportunidades educativas permite un mayor interés de las niñas por el ámbito científico en relación con años posteriores.

En referencia a la variable contexto, el desarrollo de los conceptos computacionales ha sido similar en contexto rural y urbano. En la literatura encontramos estudios que nos muestran que las actividades desenchufadas mejoran el PC en las zonas rurales (Yuliana et al., 2021), además, cuando se comparan ambos grupos suele puntuar significativamente más alto el grupo urbano gracias a poseer mayor disponibilidad de recursos (Kale et al., 2018). Sin embargo, en este estudio, el desarrollo similar puede deberse a que ambos grupos participantes no poseían conocimientos previos, por lo que parten desde el mismo nivel de desarrollo.

En relación con la variable edad, se observa que en el pretest existen diferencias estadísticas significativas entre los grupos en los conceptos computacionales de secuencias, bucles simples, bucles anidados y combinaciones. Estas diferencias iniciales son comprensibles dado el desarrollo cognitivo asociado a la edad. Sin embargo, la notable puntuación del grupo de 9 años en el pretest plantea la necesidad de investigar posibles variables externas a este estudio que hayan influido en dicho resultado, ya que, en

investigaciones similares, como la de Jiang y Wong (2022), se observa un aumento progresivo en las puntuaciones de PC en función de la edad, tanto en pretest como en posttest.

Por otro lado, se observa en los resultados un decrecimiento entre pretest y posttest en el concepto de combinaciones en las edades de 6 y 7 años, posiblemente derivado de la alta complejidad de estas actividades al presentar varios conceptos computacionales de forma simultánea. Sería necesaria una ampliación del estudio en este aspecto tras más sesiones formativas. De igual forma, podría ser de interés utilizar otros instrumentos para contrastar los datos obtenidos, tales como las pruebas de Bebras (Lockwood & Mooney, 2018) o el Test de PC (Román-González et al., 2017).

Con estos datos, se concluye que las ACD son útiles para el desarrollo del PC en la franja de edad estudiada. Además, se demuestra su eficacia en la etapa de educación primaria, especialmente a través de la expresión corporal. También se observa un desarrollo igualitario en cuanto a género y contexto, ya que en resultados no se han observado diferencias estadísticas significativas entre el género femenino y masculino, ni contexto rural y urbano. El uso de metodologías cooperativas, como la expuesta en este trabajo, está alineado con las premisas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El enfoque STEAM en la educación está en auge y en España se insta su desarrollo de forma transversal. Trabajos como este, ponen en valor su importancia dentro del currículo de educación primaria en el ámbito científico y muestran nuevas corrientes en respuesta a las nuevas exigencias educativas (De la Fuente & Pérez, 2017; Tadeu & Brigas, 2022).

Sobre la finalidad de la introducción de este tipo de enseñanza en la educación primaria, se observa que las legislaciones educativas están enfocadas en el desarrollo de habilidades computacionales hacia el aspecto informático y el aprendizaje de código de programación, pero la literatura científica destaca la necesidad de trabajar y desarrollar estas habilidades desde la infancia tanto para el desarrollo del individuo como su competencia en el futuro laboral digitalizado.

Los docentes participantes en el estudio señalaron el interés que los estudiantes de primer ciclo de primaria (6 y 7 años) mostraron hacia el área de Educación Física. Como línea futura de investigación, sería relevante analizar este fenómeno en profundidad para obtener datos objetivos que permitan comprender su impacto y posibles aplicaciones pedagógicas. Estas impresiones concuerdan con trabajos como los de Hu et al., (2022) que recogen como los contextos multidisciplinares STEAM, cuyos ejes centrales abordan diferentes áreas como la educación física y la educación artística, permitiendo el desarrollo de habilidades informáticas, así como permitir un escenario de aprendizaje atractivo que facilita exploración y la alfabetización computacional.

Las ACD dan respuesta tal como se señala en el marco teórico al currículum actual en el ámbito competencial STEM y valoran la futura necesidad del desarrollo de habilidades para la vida diaria, fomentando actividades contextualizadas y permitiendo la alfabetización computacional dentro de los planes de estudio. Como líneas futuras de investigación y transferencia, se destaca la necesidad de desarrollar materiales didácticos secuenciados para trabajar actividades desenchufadas en las distintas áreas del currículo. Asimismo, es fundamental la formación tanto del profesorado en las facultades de ciencias de la educación (González-Martínez et al., 2024) como de los especialistas en las diferentes áreas, con el fin de implementar estas actividades en el aula y responder a las exigencias del currículo europeo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Financiación

Esta investigación se ha realizado bajo el proyecto “Análisis de las evidencias de aprendizaje en pensamiento computacional: steAm en educación artística desde el marco de las metodologías inclusivas (PIV-058/23)” financiado por la Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional de la Junta de Andalucía.

Referencias

- Asociación Médica Mundial (2024). *Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Bell, T., & Vahrenhold, J. (2018). CS unplugged—how is it used, and does it work?. En T. Calude, M. J. Dinneen, y S. Sburlan (Eds.), *Adventures between lower bounds and higher altitudes* (pp. 497-521). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98355-4_29
- Blaskó, Z., da Costa, P., & Schnepf, S., (2021). *Learning Losses and Educational Inequalities in Europe: Mapping the Potential Consequences of the COVID-19 Crisis* (Discussion Papers 14298). IZA Institute of Labour Economics. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3833230>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kamylyis, P., Dagiené, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Horvath, M.A., Jasuté, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupuriene, G. (2022). *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. En *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver* (Vol. 1, p. 25). <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Burnard, P., Colucci-Gray, L., & Cooke, C. (2022). Transdisciplinarity: Re-visioning how sciences and arts together can enact democratizing creative educational experiences. *Review of Research in Education*, 46 (1), 166-197. <https://doi.org/10.3102/0091732X221084323>
- Corrales, M., Ocampo, L., & Cardona, S. (2024). Instruments for Evaluating Computational Thinking: A Systematic Review. *Tecnológicas*, 27 (59), e2950. <https://doi.org/10.22430/22565337.2950>
- De la Fuente, H. A., & Pérez, A. (2017). Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación Primaria. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (3), 25-39. <https://doi.org/10.6018/riite/2017/267411>
- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers & Education*, 150, 103832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Promoting second graders' attitudes towards technology through computational thinking instruction. *International Journal of Technology and Design Education*, 32 (4), 2019-2037. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09679-1>
- El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Barroso, E. M., Mondada, F., Zufferey, J. D., & Bruno, B. (2022). The Competent Computational Thinking Test: Development and Validation of an Unplugged Computational Thinking Test for Upper Primary School. *Journal of Educational Computing Research*, 60 (7), 1818-1866. <https://doi.org/10.1177/07356331221081753>
- Eurostat (2024). *Urban-rural Europe – introduction*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_introduction
- González-Martínez, J., Peracaula-Bosch, M., & Meyerhofer-Parra, R. (2024). Impact of intensive programming training on the development of Computational Thinking in prospective teachers. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 187-208. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37672>
- González, S. L., Pedroso, F. L., & Romero, Y. (2024). Introducción de la Robótica Educativa en la formación de profesores de Física. *GADE: Revista Científica*, 4(2), 317-334. <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/450>
- González, J., Estebanell, M., & Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- González-Serrano, D. (2022). Musicomotricidad: la música como herramienta psicomotriz en Educación Física. *Retos*, 43, 672-682 <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.89717>
- Grover, S. (2021). Computational thinking today. En A. Yadav & U. Berthelsen (Eds.), *Computational thinking in education: A pedagogical perspective* (1st ed., pp. 18-40). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003102991-2>



- Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2021). Transdisciplinary integration and its implementation in primary education through two STEAM projects. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 801-837. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925474>
- López, J., Pozo, S., Fuentes, A., & Vicente, M. R. (2020). Escenarios innovadores en educación física: El trabajo de la expresión corporal y musical mediado por la robótica. *Retos*, 38, 567-565. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.77372>
- Herro, D., Quigley, C., Plank, H., Abimbade, O., & Owens, A. (2022). Instructional practices promoting computational thinking in STEAM elementary classrooms. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 38(4), 158-172. <https://doi.org/10.1080/21532974.2022.2087125>
- Hu, P., Hödl, O., Reichl, P., Kayali, F., Eibensteiner, I., Taufner, B., & Miladinovic, I. (2022). Muco: a music computing learning application. *Proceedings of the Sound and Music Computing Conferences*, 139-146. http://eprints.cs.univie.ac.at/7553/1/muco_SMC_22_220421_FINAL.pdf
- Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2022). Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 60-75. <https://doi.org/10.1111/jcal.12591>
- Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., & Goh, D. (2018). Contextual factors influencing access to teaching computational thinking. *Computers in the Schools*, 35 (2), 69-87. <https://doi.org/10.1080/07380569.2018.1462630>
- Kırçali, A.Ç., & Özden, N. (2023). A Comparison of Plugged and Unplugged Tools in Teaching Algorithms at the K-12 Level for Computational Thinking Skills. *Tech Know Learn*, 28, 1485-1513. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09585-4>
- Lehtimäki, T., Monahan, R., Mooney, A., Casey, K., & Naughton, T. J. (2022). Bebras-inspired Computational Thinking Primary School Resources Co-created by Computer Science Academics and Teachers. En *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE 1*, 207-213. <https://doi.org/10.1145/3502718.3524804>
- Leroy, A., & Romero, M. (2021). Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities with Modular Robotics. *Frontiers in Education*, 6, 642147. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.642147>
- Li, Q., Jiang, Q., Liang, J., Xiong, W., Liang, Y., & Zhao, W. (2023). Effects of interactive unplugged programming activities on computational thinking skills and student engagement in elementary education. *Education and Information Technologies*, 28(9), 12293-12318. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11634-7>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems. En *CEUR Workshop Proceedings*, 219. https://ceur-ws.org/Vol-2190/TACKLE_2018_paper_1.pdf
- 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>
- Master, A., Tang, D., Forsythe, D., Alexander, T.M., Cheryan, S. y Meltzoff, A.N. (2023). Gender equity and motivational readiness for computational thinking in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 64, 242-254. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.03.004>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional, Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2022). *Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial - EPCIA: De la formación al cambio metodológico. Resultados de investigación*. https://code.intef.es/wp-content/uploads/2022/11/09_22_Experimentacion_Investigacion-EPCIA-21-22_Investigacion-R3.pdf
- Peel, A., Sadler, T. D., & Friedrichsen, P. (2022). Algorithmic explanations: An unplugged instructional approach to integrate science and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 31 (4), 428-441. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09965-0>
- Piazza, A., & Mengual-Andrés, S. (2020). Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS: El pensamiento computacional y la codificación en la educación primaria: la productividad científica en SCOPUS. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 59, 147-181. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.79769>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2024). *Los ODS en acción*. [https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20\(ODS\)%2C%20tambi%C3%A9n%20conoci-dos%20como,disfruten%20de%20paz%20y%20prosperidad](https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20(ODS)%2C%20tambi%C3%A9n%20conoci-dos%20como,disfruten%20de%20paz%20y%20prosperidad)

- Rachmatullah, A., Vandenberg, J., & Wiebe, E. (2022). Toward more generalizable CS and CT instruments: Examining the interaction of country and gender at the middle grades. Paper presented at the *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE 1*, 179-185. <https://doi.org/10.1145/3502718.3524790>
- Román-González M., Moreno-León J., & Robles G. (2019). Combining assessment tools for a comprehensive evaluation of Computational Thinking interventions. En Kong S.-C., Abelson H. (Eds.), *Computational Thinking education* (pp. 79-98). Springer. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/23182/1006971.pdf?sequence#page=85>
- Román-González, M., Pérez-González, J., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Tadeu, P., & Brigas, C. (2022). Computational thinking in early childhood education: An análisis through the Computer Science Unplugged, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(36.2), 153-170. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.94881>
- Torres-Torres, Y., Román-González, M., & Pérez-González, J. (2021). Specific didactic strategies used for the development of computational thinking in the female collective in primary and secondary education: A systematic review protocol. *ACM International Conference Proceeding Series*, 25-29. <https://doi.org/10.1145/3486011.3486414>
- Yuliana, I., Hermawan, H. D., Prayitno, H. J., Ratih, K., Adhantoro, M. S., Hidayati, H., & Ibrahim, M. H. (2021). Computational thinking lesson in improving digital literacy for rural area children via CS unplugged. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012009>
- Zhang, L., Nouri, J., & Rolandsson, L. (2020). Progression Of Computational Thinking Skills In Swedish Compulsory Schools With Block-based Programming. En *Proceedings of the Twenty-Second Australasian Computing Education Conference (ACE'20)* (pp. 66-75). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3373165.3373173>

Datos de las autoras:

Carmen María Sepúlveda Durán
Azahara Arévalo Galán
Cristina M^a García Fernández
Carmen María Sepúlveda Durán

s02seduc@uco.es
m02argaa@uco.es
m12gafec@uco.es
s02seduc@uco.es

Autor/a
Autor/a
Autor/a
Traductor/a