

# Alfabetización Computacional: Actividades musicales desenchufadas sobre el Desafío Internacional de Bebras

## Computational Literacy: Unplugged musical activities around Bebras International Challenge

Carmen María Sepúlveda Durán  
Universidad de Córdoba. Córdoba, España  
s02seduc@uco.es

Cristina María García Fernández  
Universidad de Córdoba. Córdoba, España  
m12gafec@uco.es

Azahara Arévalo Galán  
Universidad de Córdoba. Córdoba, España  
m02argaa@uco.es

### Resumen

La Alfabetización Computacional es una realidad en las legislaciones educativas actuales. Dentro del enfoque competencial STEAM, se ubica la educación musical y el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) en esta disciplina. En este trabajo se diseñan actividades musicales desenchufadas desde los desafíos de Bebras y se evalúa su eficacia en cuanto al desarrollo del PC en estudiantes. Se realizó un estudio cuasi-experimental con medidas pre-post test en un grupo de 220 escolares de Educación Primaria (experimental, N = 170; control, N = 50). El grupo experimental realizó tres bloques de actividades musicales desenchufadas. Como instrumento se utilizó *Computational Thinking Test using Bebras Problems* (Lockwood y Moone, 2018). Se tuvieron en cuenta variables de género, curso, entorno y capacidad académica. Los resultados muestran aumento significativo del PC en el grupo experimental a nivel general y en las actividades de Bebras de niveles medio y avanzado de dificultad. Los escolares de contexto rural mostraron puntuaciones mayores en el desarrollo del PC en comparación con el urbano. No se observan diferencias significativas en el resto de variables. Por último, se observó mayor nivel de respuestas correctas en actividades “fáciles”, mayor cumplimentación de actividades “medias” y descenso de ambas en actividades “avanzadas”.

**Palabras clave:** alfabetización digital; pensamiento computacional; educación musical; educación primaria; problemas de Bebras; STEAM.

### Abstract

Computer Literacy is a reality in current educational legislation. Within the STEAM competence approach, music education and the development of Computational Thinking (CT) are located in this discipline. In this work, unplugged musical activities are designed based on the Bebras challenges, and their effectiveness is evaluated in terms of CT development in students. A quasi-experimental study was carried out with pre-post test measures in a group of 220 Primary School students (experimental, N = 170; control, N = 50). The experimental group performed three blocks of unplugged musical activities. *Computational Thinking Test using Bebras Problems* (Lockwood and Moone, 2018) was used as an instrument. Variables of gender, course, environment and academic ability were taken into account. The results show a significant increase in CT in the experimental group at a general level and in the Bebras activities of medium and advanced levels of difficulty. Schoolchildren from the rural context

showed higher scores in CT development compared to the urban one. No significant differences are observed in the rest of the variables. Finally, a higher level of correct answers was observed in "easy" activities, greater completion of "medium" activities and a decrease in both in "advanced" activities.

**Key words:** digital literacy; computational thinking; musical education; primary education; Bebras problems; STEAM.

## 1. Introducción

Actualmente, a nivel europeo, se está llevando a cabo el Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027, en el que se recoge la necesidad de trabajar las habilidades del Pensamiento Computacional en la educación básica. España, como parte de los países miembros, refleja en la reciente Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que modifica a la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, que el Pensamiento Computacional debe trabajarse a lo largo de todas las etapas educativas.

La concreción de esta ley en el Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de educación infantil y en el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación primaria, muestra que debe trabajarse las bases del pensamiento científico y el desarrollo de las destrezas del Pensamiento Computacional desde estas etapas formativas.

En Educación Primaria no se cuenta con un área específica para la alfabetización del Pensamiento Computacional, aunque sí hay establecida una Competencia Clave específica que se trabajará desde todas las áreas: Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM). En este ámbito, debemos tener en cuenta que, el área de música como parte de la educación artística, es defendida como parte fundamental de las áreas STEM, pasando su acrónimo completo a STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) (Burnard, et al., 2022; Leroy y Romero, 2021).

En Andalucía, comunidad autónoma en la que se desarrolla este trabajo, la Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional ha ofertado en el curso académico 2022/2023, entre los Programas para la Innovación de los centros educativos, el "Programa STEAM: Pensamiento Computacional aplicado al aula". Con este programa se busca promover la existencia de equipo STEAM conformado por docentes, además de favorecer el diseño y el trabajo de tareas y actividades STEAM a través de metodologías activas e inclusivas. En el programa se detallan distintos niveles de participación, siendo el primero de ellos "Pensamiento Computacional Desconectado". Entre los requisitos para solicitar la creación del equipo STEAM en un centro educativo, se cita la necesidad de que lo conformen docentes de los ámbitos científico-tecnológico, lingüístico y artístico. Esto último pone en relieve la importancia del área del Arte en el desarrollo del Pensamiento Computacional.

En cuanto al Pensamiento Computacional Desconectado, autores como Del Olmo-Muñoz et al. (2020) y Peel et al. (2022) indican que los primeros contactos con la alfabetización computacional son positivos sin el uso de dispositivos, siendo esto posible a través de actividades cotidianas o con el diseño de las denominadas actividades desenchufadas. Este tipo de actividades permiten su adaptación a diversidad de contextos además de no suponer grandes costes para las instituciones educativas.

Teniendo en cuenta estas bases, en este trabajo se expone el proceso de diseño y aplicación de actividades musicales desenchufadas que permitan el desarrollo del Pensamiento Computacional en el alumnado de segundo y tercer ciclo de Educación Primaria. Estas actividades han sido diseñadas teniendo en cuenta las actividades del concurso internacional de los Desafíos de Bebras, además de que puedan ser completadas a través de grupos cooperativos en formato físico-analógico y que posea perspectiva de género neutra. Así, el objetivo principal de este trabajo es evaluar el desarrollo del Pensamiento Computacional en el alumnado de Educación Primaria que ha realizado las actividades musicales desenchufadas diseñadas y observar la evolución de los grupos cooperativos en las sesiones didácticas destinadas a tal efecto.

## **2. Actividades Desenchufadas como Alfabetización Computacional**

Desde el uso de los primeros ordenadores personales a finales del siglo XX, en el nuevo milenio se ha producido una innegable revolución digital que ha irrumpido en las aulas de todos los niveles educativos. Lejos queda ya la enseñanza del uso de un dispositivo, buscándose en su lugar el desarrollo de otras destrezas: capacidad de razonamiento, desarrollo espacial o resolución de problemas (Román-González, et al. 2017).

La Alfabetización Computacional abarca actualmente un campo amplio, centrándose en el desarrollo de estas aptitudes, que en la literatura podemos encontrar englobado en el concepto de Pensamiento Computacional (Payne et al., 2022). Estas destrezas son utilizadas por las máquinas, robots o computadoras, pero pueden fomentarse en los estudiantes con el fin de resolver problemas complejos de una forma estructurada.

La habilidad o aptitud de resolución de problemas es aquella que ha hecho reflexionar sobre la necesidad de contar con el área de Artes dentro de las denominadas STEAM, ya que, no es posible resolver un problema complejo si no se trabaja y se estimula la creatividad (Burnard, et al., 2022). Es precisamente, el proceso creativo, lo que diferencia al humano de una computadora ante la resolución de un problema.

Muñoz-Repiso y Caballero-González (2019) recogen tres tipos de dimensiones que componen el Pensamiento Computacional:

- En primer lugar, las secuencias o algoritmos, que hacen referencia al conjunto de instrucciones que debe seguirse para poder resolver un problema o dar respuesta a una situación.
- La correspondencia acción-instrucción es la capacidad de comprender una instrucción y dar respuesta con la acción equivalente, con el fin de cumplir con las distintas secuencias.
- Finalmente, la depuración es el proceso de reflexión ante el resultado de dar respuesta a un problema. En el ámbito educativo, se referiría a la capacidad de análisis del proceso de resolución del problema, en el que el estudiante debe ser consciente de los pasos que ha realizado (secuencias), y si la acción-instrucción ha sido correcta. Es decir, es un proceso de revisión y detección de errores en un proceso.

Krüger y Chiappe (2021) recogen que la alfabetización computacional es básica para los estudiantes del siglo XXI, y en su trabajo muestran que en el ámbito educativo se ha producido un aumento del interés por la creación de entornos de aprendizaje STEAM. Además, los beneficios de la enseñanza de las STEAM en la educación básica trasvasan al resto de habilidades personales del individuo: estudios como los de Duo-Terron et al. (2022) muestran una correlación significativa entre el desarrollo de habilidades lingüísticas y matemáticas en los entornos educativos en los que se ha hecho uso de este enfoque educativo. Otros trabajos, como los de Bassachs et al. (2020) muestran una mejora del pensamiento crítico del estudiante de educación primaria tras una experiencia STEAM con predominio de la ciencia y el arte.

Como en cualquier disciplina, no existe un método único para la enseñanza computacional. Actualmente, son varias las corrientes que los docentes persiguen, siendo un claro soporte la literatura científica actual. Estas corrientes pueden clasificarse en tres (Zhan, et al. 2022):

- Programas informáticos específicos: Experiencias como las de Jesús y Silveira (2021) recogen la propuesta de trabajar las habilidades del Pensamiento Computacional a través del aprendizaje cooperativo y basado en videojuegos, con resultados positivos en cuanto a la aplicación de estrategias para la resolución de problemas por parte de los estudiantes.
- Robótica: como el trabajo de Muñoz-Repiso y Caballero-González (2019), con resultados satisfactorios en el uso de algoritmos, correspondencia acción-instrucción y depuración tras la aplicación del programa “TangibleK” en Educación Infantil.
- Actividades desconectadas o desenchufadas: Concepto recogido por Bell y Vahrenhold (2018) para la iniciación al Pensamiento Computacional en las etapas más tempranas. Este tipo de actividades son la base de este trabajo, escogidas por no ser necesario contar con dispositivos ni materiales específicos para iniciar la alfabetización computacional. En este aspecto, Zapata-Ros (2019) recoge una amplia literatura en cuando al Pensamiento Computacional Desenchufado, mostrando experiencias internacionales, base bibliográfica y propuestas de actividades.

### **3. El Desafío Internacional de Bebras**

Los Desafíos de Bebras (*Bebras Computational Thinking Challenge*) es una institución internacional que tiene el objetivo de promover las Ciencias de la Computación y el Pensamiento Computacional en todas las edades escolares (Lockwood y Mooney, 2018). Los Desafíos de Bebras tienen carácter anual, donde participan estudiantes de distintos países y son atractivos para el alumnado al utilizar el personaje del castor como hilo conductor en todas las actividades.

En estos desafíos se mide el Pensamiento Computacional de los estudiantes que participan. Las tareas a realizar en los Desafíos de Bebras se realizan de manera online, en grupos de entre tres y cinco participantes y trabajan una combinación de habilidades relacionadas con el Pensamiento Computacional: pensamiento algorítmico, abstracción, generalización, evaluación y reconocimiento de patrones; todo ello sin necesidad de realizar actividades de código o programación, ni utilización de programas informáticos ni dispositivos específicos (Oliveira et al., 2021). Estas tareas y actividades están en

constante re-evaluación, y re-elaboración, con la finalidad de diseñar actividades y pruebas de calidad (Datzko, 2019).

Para el desarrollo de este trabajo se han tenido en cuenta experiencias de diseño de actividades basadas en los Desafíos de Bebras para promover el desarrollo del Pensamiento Computacional. Como muestra se debe nombrar el estudio de Lehtimaki et al. (2022), en el que se recoge la experiencia de diseño de actividades por parte de docentes para estudiantes de Educación Primaria.

El trabajo de Combéfis y Stupurienė (2020) tratan ampliamente los Desafíos de Bebras como recurso, y recogen cinco tipos de experiencias que se están llevando a cabo sobre materiales y actividades de este concurso internacional:

- Creación de libros de recursos y actividades para la enseñanza del Pensamiento Computacional para el profesorado.
- Creación de recursos por parte del profesorado para el desarrollo de habilidades computacionales.
- Uso de juegos online y tangibles/desconectados desarrollados a partir de materiales de Bebras.
- Uso del material como prueba de evaluación del Pensamiento Computacional en distintas etapas educativas.
- Diseño de actividades de capacitación o entrenamiento del Pensamiento Computacional.

En lo referente al uso como prueba de evaluación del Pensamiento Computacional, son amplios los estudios que se están llevando a cabo. Ejemplo de ello son el citado trabajo de Lockwood y Mooney (2018), cuyo instrumento se utiliza en este trabajo; el estudio de Chiazzese, et al. (2018), donde es utilizado para evaluar la efectividad de un programa de robótica promovido por el Ministerio Italiano de Educación; o el estudio de Román-González, et al. (2017), en el que se plantea su idoneidad para evaluar el Pensamiento Computacional en Educación Secundaria y se destaca como cualidad de las pruebas estar contextualizadas en la vida real.

En cuanto al diseño de actividades desenchufadas sobre los materiales de los desafíos, destaca el trabajo de Dagiene y Stupuriene (2017), quienes diseñaron un juego de cartas para trabajar la capacidad algorítmica de manera desenchufada en la etapa secundaria. Sin embargo, no se encuentra en la literatura científica actividades musicales de este tipo, ni estudios sobre su incidencia en el desarrollo del Pensamiento Computacional. Sí se comienzan a atisbar algunas propuestas pedagógicas en la literatura didáctica nacional como Música Encriptada (Alcázar, 2019) o el monográfico Música y STEAM (Muriño y Riaño, 2022).

A nivel internacional, los estudios se centran predominantemente en propuestas que conllevan el uso de dispositivos o creación de proyectos interdisciplinares en los que la música tiene un papel relevante (Herro, et al., 2022). De igual forma, podemos encontrar otros trabajos interesados en la composición musical algorítmica y su utilidad en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de carreras musicales (Petrie, 2022).

## 4. Método

### 4.1. Enfoque metodológico

El estudio fue de carácter cuasi-experimental con un diseño pre-post test. Se contó con un grupo experimental y control para medir el desarrollo del Pensamiento Computacional. El grupo experimental llevó a cabo varias sesiones didácticas en las que desarrollaron de manera cooperativas las actividades musicales desenchufadas diseñadas tras la realización del pretest. El grupo control, por su parte, no realizó ninguna de estas actividades.

Por otro lado, se recogieron datos de las sesiones didácticas realizadas por el grupo experimental. Estos datos se obtuvieron a través de las mismas actividades que realizaron en formato analógico, recogidas en portfolios personales, de los que puede extraerse el porcentaje de actividades completadas y no completadas, y el porcentaje de actividades correctas o incorrectas.

### 4.2. Muestra

La muestra ha sido seleccionada por conveniencia, siendo participes del estudio aquellos estudiantes cuyos centros educativos y tutores legales dieron consentimiento expreso para la recogida de datos y realización de las sesiones didácticas acordadas. Además de la conveniencia, la muestra debía cumplir los siguientes criterios:

- Pertenecer a centros educativos públicos de Andalucía.
- Estar matriculado en 3º, 4º, 5º o 6º de Educación Primaria en el curso escolar 2021/2022.
- No poseer conocimientos previos de programación o robótica, ya sea por formación en los propios centros educativos o clases extraescolares.
- Contar con conocimientos musicales básicos (figuraciones y notas musicales elementales correspondientes a un nivel de 2º de primaria).

Teniendo en cuenta estos criterios, grupo experimental y control quedaron conformados del siguiente modo:

- Grupo experimental (N = 170) que estuvo conformado por los cursos de Primaria de 3º (N=52), 4º (N=30), 5º (N=46), 6º (N=42). El 59% eran niños y un 41% niñas. Considerando el contexto, se identificó un 95% de escolares de ámbito urbano y un 5% del rural.
- Grupo control (N = 50) con estudiantes de 3º (N = 13), 4º (N = 12), 5º (N = 13) y 6º (N = 12) de Primaria, siendo el 54% niños y el 46% niñas, y el 90% de contexto urbanos y el 10% de rural.

### 4.3. Instrumentos

Para medir la puntuación en cuanto a Pensamiento Computacional se hizo uso de *Computational Thinking Test using Bebras Problems* (Lockwood y Mooney, 2018). En este trabajo se toman como instrumento las pruebas utilizadas por los autores, siendo los desafíos de Reino Unido de los años 2015 y 2016. En ellas se siguió el modelo de aprendizaje de Bebras (Dagiene y Stupuriene, 2017), cuyas habilidades medidas se

corresponden directamente con las descritas como habilidades básicas del pensamiento computacional por Selby y Woollard (2013), y adoptadas por *Computing At School* en el Reino Unido (Csizmadia et al., 2015): abstracción, pensamiento algorítmico, descomposición, representación de la información, evaluación y generalización.

Utilizado como referente por la comunidad académica (Combéfis y Stupurienė, 2020) el idioma original de las pruebas es el inglés, por lo que se realizó una traducción de las mismas al castellano. Estos desafíos constan de 13 preguntas relacionadas con problemas de la vida diaria, algunas son multirespuesta y otras de redacción propia. Lockwood y Mooney (2018) establecen distintos grados de dificultad en las preguntas:

En el pretest son:

- Nivel bajo o fácil: De la pregunta uno a la cuatro.

A Emily se le ha roto su pulsera favorita. La pulsera rota se ve así:



Pregunta: ¿Cuál de las siguientes pulseras sería la de Emily si no estuviese rota?

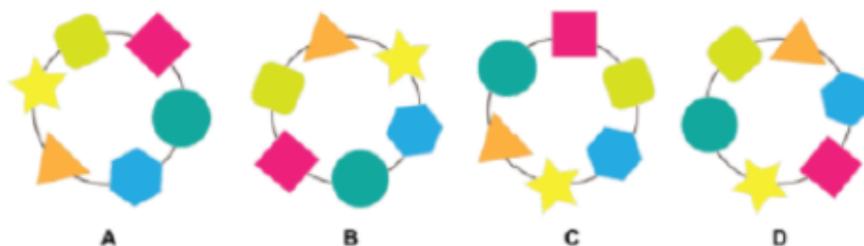


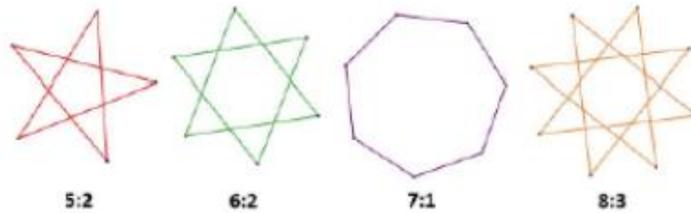
Figura 1. Ejemplo de pregunta pretest de nivel bajo o fácil (pregunta 1). Habilidades computacionales trabajadas: descomposición y generalización.

- Nivel intermedio: De la pregunta cinco a la diez.

A Estrella, la castora, le encanta dibujar estrellas. Ella ha ideado un sistema para etiquetar sus estrellas según su forma. Ella usa dos números:

- Un número hace referencia a las puntas que tiene la estrella.
- El otro número indica si una línea desde un punto se dibuja al punto más cercano (el número es 1), el segundo punto más cercano (el número es 2), etc.

Aquí hay cuatro ejemplos del sistema de etiquetado de Estrella:



PREGUNTA: ¿Cómo etiquetaría Estrella esta estrella?

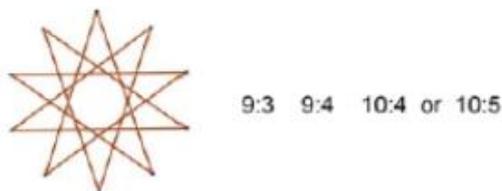
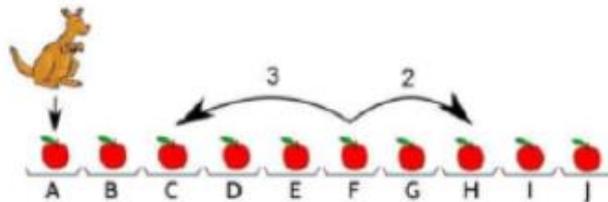


Figura 2. Ejemplo de pregunta pretest de nivel medio (pregunta 7). Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, generalización y pensamiento algorítmico.

- Nivel avanzado: De la pregunta once a la trece.

Hay 10 platos en una fila. Hay una manzana en cada plato.



A Thomas, el canguro, le encanta saltar. Primero, salta al plato de la letra A. En cada salto después de este, salta hacia adelante dos platos o hacia atrás tres platos. (Se muestran en la imagen los ejemplos de los saltos).

Thomas solo salta a los platos con una manzana. Si salta sobre un plato, recoge la manzana de él.

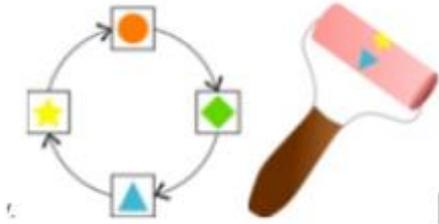
Pregunta: Si Thomas recoge las 10 manzanas, ¿cuál manzana recoge en último lugar?

Figura 3. Ejemplo de pregunta pretest de nivel avanzado (pregunta 12). Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, generalización y pensamiento algorítmico.

En el postest son:

- Nivel bajo o fácil: De la pregunta uno a la tres.

Hemos encontrado un rodillo mágico. El rodillo reemplaza una forma en una pintura con la siguiente forma mostrada por las flechas.



Ejemplo:

Cuando usamos el rodillo mágico para pintar lo de la izquierda, obtenemos la pintura de la derecha.



Pregunta:

¿Cómo se verá la pintura de abajo después de usar el rodillo mágico?

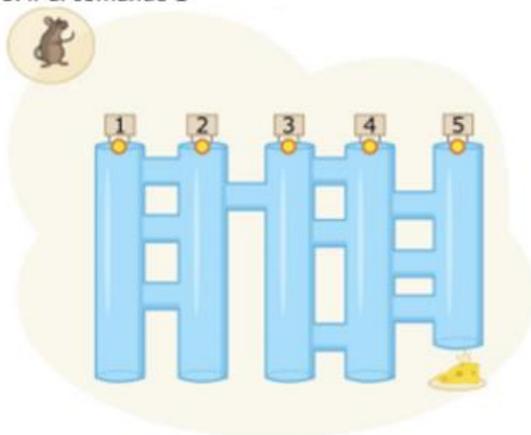


Figura 4. Ejemplo de pregunta postest de nivel bajo o fácil (pregunta 1). Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, depuración o evaluación y pensamiento algorítmico.

- Nivel intermedio: De la pregunta cuatro a la nueve.

Un ratón está en la entrada de un sistema de tubos. Quiere alcanzar el queso al final del tubo 5. El ratón siempre sigue estos comandos:

1. Ir hacia abajo hasta un cruce
2. En el cruce, pasa al siguiente tubo vertical
3. Ir al comando 1



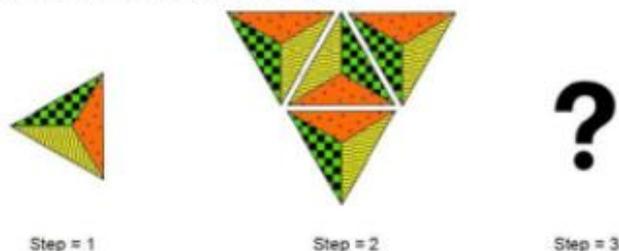
Pregunta:

¿En qué tubo debe empezar el ratón para que llegue al queso? 1 2 3 4 o 5

Figura 5. Ejemplo de pregunta postest de nivel medio (pregunta 4). Habilidades computacionales trabajadas: pensamiento algorítmico.

- Nivel avanzado: De la pregunta diez a la trece.

Queremos crear un mosaico con mosaicos idénticos en forma de triángulo.  
Comienza con una ficha. Lo gira 90 grados en el sentido de las agujas del reloj y luego agrega mosaicos a cada lado del mosaico en forma de triángulo, como se muestra en la imagen a continuación.  
Luego gira toda la forma 90 grados en el sentido de las agujas del reloj nuevamente y agrega mosaicos a los lados como antes.



Pregunta:  
¿Cuál será la forma final de los triángulos al final?

Figura 6. Ejemplo de pregunta posttest de nivel avanzado (pregunta 10). Habilidades computacionales trabajadas: generalización, pensamiento algorítmico y depuración o evaluación.

La medición del pretest y posttest se realizó teniendo en cuenta el número de actividades acertadas por los estudiantes. Por otro lado, se recogieron las respuestas de las actividades musicales desenchufadas realizadas de forma cooperativa en el grupo experimental. Las respuestas se cumplimentaron de manera individual en portfolios personales, aunque la elaboración fuese cooperativa. De esta recogida de datos han podido extraerse porcentajes de actividades completadas y no completadas, así como el porcentaje de actividades realizadas correctamente. Los índices fiabilidad fueron óptimos tanto en el pretest  $\Omega = .88$ , como en el posttest  $\Omega = .84$ .

#### 4.4. Variables

Para el análisis estadístico del grupo experimental se han tenido en cuenta:

- El género: alumnado de género femenino o masculino.
- El curso: han participado estudiantes de 3º, 4º, 5º y 6º de Educación Primaria.
- El entorno: Diferenciándose entorno rural y urbano.
  - El entorno rural son aquellos estudiantes que pertenecen a poblaciones con centros educativos de una línea (una clase completa por curso) o menos (posibilidad de clases con cursos mixtos).
  - En cuanto al entorno urbano, se refiere a los estudiantes de núcleos de población que el centro educativo cuenta con más de una línea (varias clases por curso).

- Grado de capacidad académica del estudiante. Se han diferenciado:
  - Estudiantes con dificultad de aprendizaje (DIA), que son aquellos que reciben refuerzo dentro del aula al menos en un área, requieren de adaptación o reciben atención de especialista de Pedagogía Terapéutica y/o Audición y Lenguaje.
  - Alumnado sin categoría, que no requieren de ninguna de las atenciones anteriormente citadas
  - Alumnado ACI (Alta Capacidad Intelectual), que poseen un programa de enriquecimiento curricular por mostrar talento o altas capacidades.

En cuanto al análisis del proceso formativo, obtenido de los portfolios personales de los estudiantes, el estudio se ha centrado en:

- Número de actividades completadas y no completadas:
  - Las actividades completadas son aquellas que han obtenido una respuesta por parte del estudiante, independientemente ser o no correcta. Es decir, denota un intento por solventar la actividad propuesta.
  - Las actividades no completadas se consideran aquellas en las que el estudiante ha dejado la casilla de respuesta en blanco o ha realizado una respuesta incoherente con el enunciado de forma intencionada (por ejemplo: “no lo sé”, escribir nombres de compañeros, saludos, etc.). Son respuestas que no muestran un interés por solventar la actividad.
- Número de actividades acertadas: Son aquellas actividades correctamente completadas.

#### 4.5. Procedimiento de recogida y análisis de datos

##### 4.5.1. Procedimiento

En septiembre de 2021 se contactó con varios centros educativos públicos de infantil y primaria de Andalucía para explicar el estudio. De los centros que accedieron, se realizaron reuniones de coordinación entre los docentes especialistas de música y los investigadores.

Se solicitó permiso a la administración educativa y familias para la recogida de datos. En este permiso se puso en relieve el anonimato del alumnado, el carácter confidencial de los datos y que se trataba de una actividad voluntaria, sin perjuicio a efectos curriculares y de la que podían retirarse en cualquier momento.

Entre los meses de octubre y diciembre de 2021 se pasaron los pretest a los estudiantes de primaria de los centros educativos. En estos meses, se presentó la propuesta de las 39 actividades musicales desenchufadas a los docentes, que dieron el visto bueno a las actividades diseñadas y su viabilidad en el aula. Las 39 actividades se clasifican en tres bloques de 13 actividades cada una de ellas, imitando a la estructuración de actividades diseñadas en los desafíos de Bebras.

A partir de febrero de 2022 se realizaron las primeras sesiones didácticas para llevar a cabo en el aula de música las 13 actividades musicales desenchufadas del primer bloque. En marzo de 2022 realizó el segundo bloque y en mayo, el tercero.

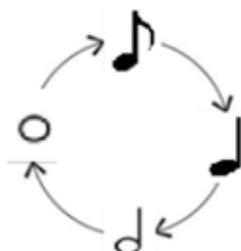
Las actividades se presentaban en formato físico-analógico (lápiz-papel). Estas debían resolverse en una hora de forma cooperativa (en grupos de 4-5 estudiantes que se formaban al azar en cada sesión), y rellenaban un portfolio individual con las respuestas.

Los bloques de actividades se presentaron en orden de dificultad de manera gradual, de forma que el primer bloque de actividades es más sencillo que el tercero (bloque uno “fácil”, bloque dos “medio”, bloque tres “avanzado”). A su vez, las actividades de cada bloque están ordenadas de más fácil a más compleja.

Las explicaciones vienen desarrolladas en las mismas actividades, y debido al carácter gradual de las mismas los docentes de música que supervisan las sesiones didácticas no requirieron de formación específica para ello. La labor del docente consistió en facilitar las actividades, supervisar y motivar a que la participación de los miembros de los grupos fuera lo más alta posible. Algunos ejemplos de actividades musicales desenchufadas propuestas se detallan a continuación.

- Actividades de nivel fácil, pertenecientes al primer bloque:

Vamos a componer teniendo en cuenta la siguiente rueda:



Si queremos escribir una corchea, escribiremos la siguiente figura de mayor valor (la negra).

Si quiero escribir el siguiente pasaje, ¿cómo lo haría?



*Figura 7. Actividad sobre los valores y equivalencias de figuras musicales. Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, depuración o evaluación y pensamiento algorítmico. (Fuente: Elaboración propia).*

Nuestras notas musicales se han desordenado. Teniendo en cuenta el código de color, ¿en qué orden se han colocado desde delante hacia atrás?



Figura 8. Actividad aplicando colores código Boomwhackers. Habilidades computacionales trabajadas: abstracción, depuración o evaluación y representación de la información. (Fuente: elaboración propia)

Cambia las siguientes notas según la tabla y obtén una famosa melodía de Mozart:

FA MI FA MI FA MI FA LA MI SOL SI SOL SI SOL SI RE SI MI

| CAMBIA ESTA | POR ESTA |
|-------------|----------|
| DO          | MI       |
| RE          | FA       |
| MI          | RE       |
| FA          | SOL      |
| SOL         | DO       |
| LA          | SI       |
| SI          | LA       |

Figura 9. Actividad sobre resolución de melodía encriptada. Habilidades computacionales trabajadas: generalización, depuración o evaluación, representación de la información, pensamiento algorítmico. (Fuente: Elaboración propia)

- Actividades de nivel medio, pertenecientes al segundo bloque:

Mozart tenía que componer el siguiente fragmento musical cumpliendo las siguientes instrucciones:

- A. Escribir en clave de sol
- B. Utilizar una negra con puntillo
- C. Usar una redonda
- D. Usar 3 silencios de negra

¿Qué instrucción no ha cumplido Mozart?

## La Flauta Mágica

Fragmento W. A. Mozart



Figura 10. Actividad sobre texto melódico. Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, depuración o evaluación y pensamiento algorítmico. (Fuente: elaboración propia).

Beethoven ha compuesto una gran obra maestra. Para enseñársela a Haydn ha decidido encriptarla del siguiente modo: Cada compás lo pega en un cuadro, y continúa hacia la derecha. Luego reescribe la partitura mirando los cuadros de arriba a abajo. ¿Puedes ayudarlo a encriptarla?

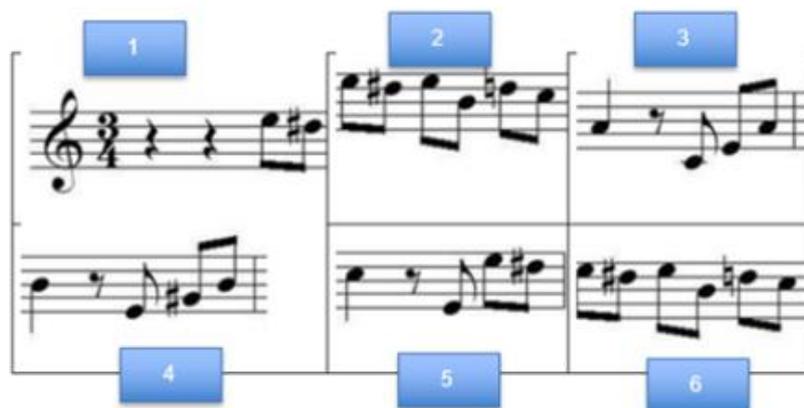


Figura 11. Encriptación de una melodía. Habilidades computacionales trabajadas: abstracción, depuración o evaluación y pensamiento algorítmico. (Fuente: Elaboración propia)

El técnico de sonido del teatro tiene programada la música del comienzo de la función. Esta música dura 4 minutos.

- El violín está dos minutos en silencio y uno tocando.
- Las marimbas tocan durante cuatro minutos.
- El violonchelo está un minuto en silencio y uno tocando.
- La viola está tres minutos en silencio y uno tocando.

¿En qué orden tocan los instrumentos?

*Figura 12. Ordenación temporal de instrumentos musicales. Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, abstracción, depuración o evaluación. (Fuente: Elaboración propia)*

- Ejemplos de actividades avanzadas, del tercer bloque:

Observa este fragmento de Beethoven:



Mozart quiere escoger el camino que más sumen los valores musicales. ¿Puedes ayudarlo a escogerlo?

Ayúdate de la tabla si es necesario.

| Figura  | Valor |
|---------|-------|
| Fusa    | 0.25  |
| Corchea | 0.5   |
| Negra   | 1     |
| Blanca  | 2     |

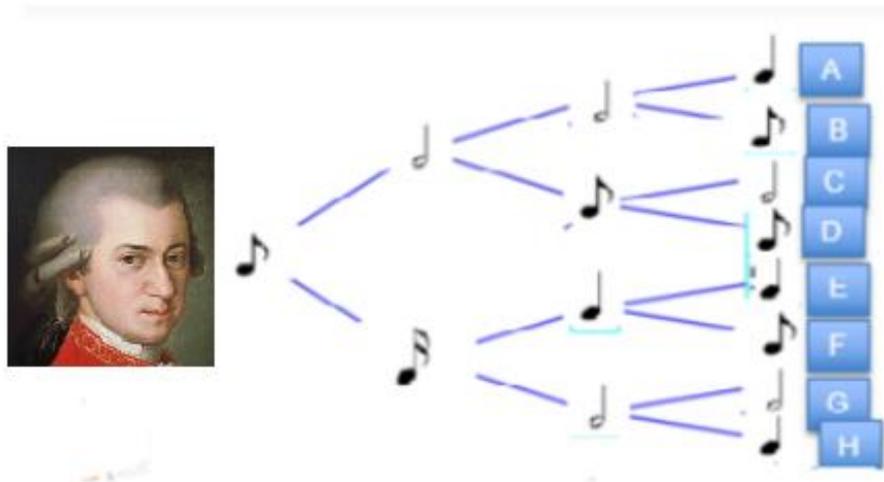


Figura 14. Actividad sobre valores temporales de figuras musicales. Habilidades computacionales trabajadas: abstracción, representación de la información, depuración o evaluación. (Fuente: Elaboración propia)

¿Qué camino debemos tomar para formar la partitura modelo siguiendo los siguientes pasos?

- 1) Dos casillas abajo
- 2) 1 casilla a la izquierda
- 3) Repetir 1 y 2 hasta completar la obra

### Fragmento de "La flauta mágica"

Mozart

The diagram shows a musical fragment in G major, 3/4 time, consisting of five measures. Below it is a 4x5 grid of musical staves. Above the grid, five blue arrows point downwards, labeled 1 through 5. The grid contains musical notation for each cell, representing a path through the fragment. The path starts at the top-left cell (measure 1, staff 4) and moves down to the bottom-left cell (measure 1, staff 1), then right to the bottom-middle cell (measure 2, staff 1), then up to the top-middle cell (measure 2, staff 4), then right to the top-right cell (measure 3, staff 4), then down to the middle-right cell (measure 3, staff 2), then right to the middle-far-right cell (measure 4, staff 2), then down to the bottom-far-right cell (measure 4, staff 1), then right to the bottom-most-right cell (measure 5, staff 1), and finally up to the top-most-right cell (measure 5, staff 4).

Figura 15. Actividad sobre tablero computacional musical. Habilidades computacionales trabajadas: descomposición, pensamiento algorítmico. (Fuente: elaboración propia)

Los estudiantes del grupo experimental resolvieron en grupo las actividades musicales desenchufadas propuestas, de forma cooperativa, y rellenaron sus formularios de actividades de manera individual en unos portfolios personales. Como se ha indicado anteriormente, de estos portfolios se obtiene información de actividades completadas y no completadas y de actividades completadas correctamente. Estos datos nos permiten observar el proceso general del alumnado en la resolución de las actividades musicales desenchufadas y complementar la información estadística analizada.

En el mes de junio se pasó el postest a los estudiantes, tras la formación descrita. De igual forma, se les pasó pretest y postest al grupo control en los mismos periodos temporales, el cual no recibió la formación sobre las actividades musicales desenchufadas.

Todo este proceso se sintetiza en el cronograma de la Tabla 1.

*Tabla 1*  
*Cronograma de actuaciones realizadas*

| Periodo temporal           | Actuación   | Agentes                   |
|----------------------------|---|---------------------------|
| Septiembre 2021            | Contacto con centros educativos                                 | Investigadores            |
| Octubre - diciembre 2021   | Coordinación<br>Realización pretest<br>Propuesta de actividades | Investigadores y docentes |
| Febrero, marzo y mayo 2022 | Sesiones formativas   | Docentes                  |
| Junio 2022                 | Realización postest   | Investigadores y docentes |
| Julio-agosto 2022          | Análisis de datos   | Investigadores            |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.2. Análisis de datos

Primero, para medir el desarrollo del Pensamiento Computacional en los grupos experimental y control se tuvieron en cuenta el número de respuestas acertadas en el pretest y postest, clasificando los resultados en tres niveles de dificultad (bajo-fácil, medio y avanzado). Se realizó la prueba *t* de Student para comparar las posibles diferencias entre los grupos experimental y de control en la prueba previa. Se comparan los dos momentos de intervención para los tres niveles de dificultad con la *d* de Cohen, a través de la Calculadora Campbell Collaboration. La efectividad del programa de intervención fue estudiada a través de modelos lineales de medidas repetidas en los que se ha comparado el pretest y postest, en los grupos experimental y control, teniendo en cuenta las variables género, curso, entorno, capacidad académica.

Para el análisis de datos sobre las sesiones formativas, se han tenido en cuenta el número de alumnado participante en cada una de las sesiones didácticas y las respuestas recogidas en los portfolios individuales. De estos documentos se han obtenido datos porcentuales sobre el número de actividades realizadas y número de actividades contestadas correctamente. La codificación y análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS, versión 27.

## 5. Resultados

### 5.1. Resultados sobre Pensamiento Computacional

En primer lugar, se analizaron las posibles diferencias entre los grupos experimental y control, utilizando la prueba *t* de Student para muestras independientes, sin encontrar diferencias entre las variables ( $t = .834$ ;  $p = .405$ ). Las diferencias entre los grupos control y cuasi-experimental y, el pre-test y el post-test se analizaron mediante el análisis de medidas repetidas para muestras relacionadas. Específicamente, se analizaron tres niveles de dificultad en las actividades.

Los resultados relativos a la eficacia del programa, basado en actividades musicales desenchufadas sobre los Desafíos de Bebras, en el desarrollo del pensamiento computacional mostraron, en el grupo experimental, un aumento en las medias en la puntuación general en relación con el postest (Tabla 2), tras haber realizado los tres bloques de actividades musicales desenchufadas. Considerando los tres niveles de dificultad, se observaron diferencias de medias para el nivel medio y avanzado.

Tabla 2

*Diferencias de medias para muestras relacionadas en el grupo experimental*

|          | Nivel              | N   | M     | DT   | r    | t       | p    | d (95% CI)          |
|----------|--------------------|-----|-------|------|------|---------|------|---------------------|
| Pretest  | Bajo o fácil       | 170 | .3441 | .174 | .118 | -17.920 | .000 | 1.84<br>(1.80;1.87) |
| Posttest |                    |     | .7333 | .244 |      |         |      |                     |
| Pretest  | Medio              | 170 | .2490 | .180 | .288 | -12.408 | .000 | 1.16<br>(1.13;1.19) |
| Posttest |                    |     | .4745 | .267 |      |         |      |                     |
| Pretest  | Avanzado           | 170 | .2490 | .240 | .167 | -.847   | .398 | 0.08<br>(0.04;0.12) |
| Posttest |                    |     | .2721 | .303 |      |         |      |                     |
| Pretest  | Puntuación General | 170 | .2783 | .123 | .379 | -13.031 | .000 | 1.15(1.12;1.17)     |
| Posttest |                    |     | .4719 | .203 |      |         |      |                     |

Fuente: Elaboración propia

En el grupo control los resultados de la prueba t de Student para medidas repetidas, no muestran diferencias estadísticamente significativas, observándose contrariamente una bajada significativa en la puntuación media del postest (Tabla 3).

Tabla 3

*Diferencias de medias para muestras relacionadas grupo control*

|          | Nivel              | N  | M     | DT   | r    | t     | p    | d (95% CI)         |
|----------|--------------------|----|-------|------|------|-------|------|--------------------|
| Pretest  | Bajo o fácil       | 50 | .3100 | .129 | .054 | -.967 | .708 | .20 (.15; .23)     |
| Posttest |                    |    | .3400 | .184 |      |       |      |                    |
| Pretest  | Medio              | 50 | .2567 | .181 | .222 | .871  | .121 | -.12 (-.16; -.007) |
| Posttest |                    |    | .2300 | .164 |      |       |      |                    |
| Pretest  | Avanzado           | 50 | .2067 | .241 | .185 | 1.915 | .197 | -.35 (-.39; -.28)  |
| Posttest |                    |    | .1350 | .161 |      |       |      |                    |
| Pretest  | Puntuación General | 50 | .2617 | .127 | .317 | 1.918 | .025 | -.32(-.35; -.39)   |
| Posttest |                    |    | .2262 | .089 |      |       |      |                    |

Fuente: Elaboración propia

Considerando la influencia de la variable del entorno (rural y urbano) se evaluó el impacto del programa. Solo se observaron diferencias de medias en el grupo experimental. Para este grupo los resultados, de los análisis los modelos lineales de medidas repetidas, señalan diferencias estadísticamente significativas siendo que, se observa una mejora de medias en el pensamiento computacional en el alumnado de contexto rural con respecto al urbano, destacándose esta diferencia en los niveles fácil y medio de dificultad (Tabla 4).

Tabla 4

*Diferencias de medias en el postest del grupo experimental en relación con el entorno*

|                            | Entorno | M     | DT   | t     | p    |
|----------------------------|---------|-------|------|-------|------|
| Postest nivel fácil o bajo | Urbano  | .722  | .244 | 5.457 | .021 |
|                            | Rural   | .958  | .117 |       |      |
| Postest nivel medio        | Urbano  | .459  | .265 | 6.138 | .014 |
|                            | Rural   | .770  | .086 |       |      |
| Postest nivel avanzado     | Urbano  | .2510 | .240 | 1.266 | .262 |
|                            | Rural   | .208  | .248 |       |      |
| Postest puntuación general | Urbano  | .4653 | .205 | 2.940 | .088 |
|                            | Rural   | .605  | .049 |       |      |

Fuente: Elaboración propia

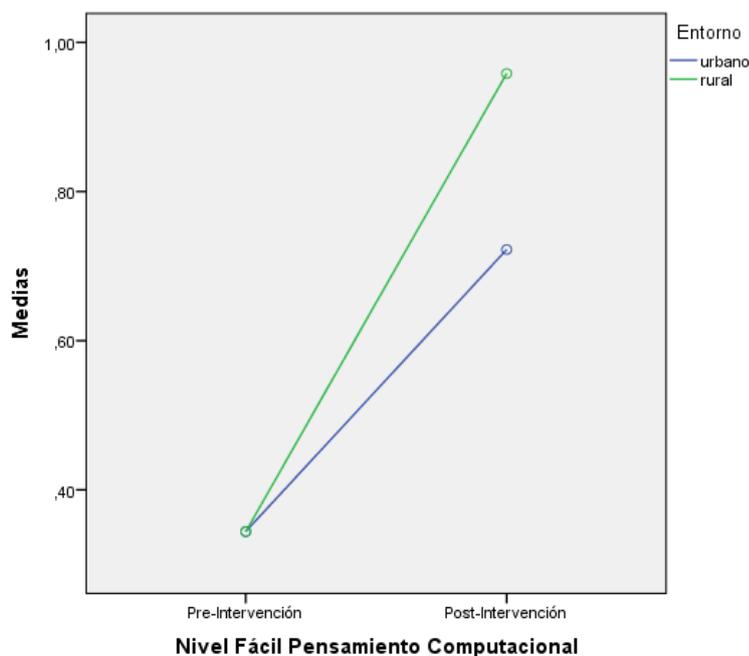


Figura 16. Evolución del Pensamiento Computacional en el grupo experimental en relación con el entorno en el nivel fácil.

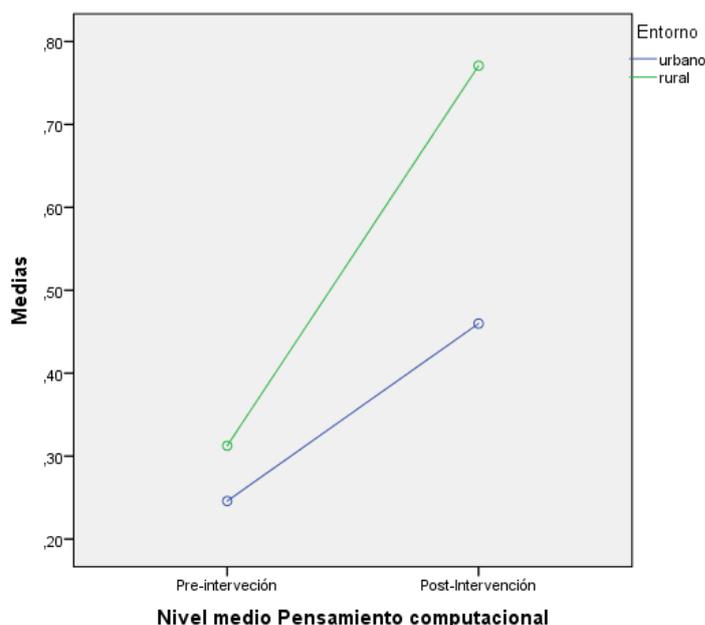


Figura 17. Evolución del Pensamiento Computacional en el grupo experimental en relación con el entorno en el nivel medio.

Respecto del curso, los análisis del modelo lineal de medidas repetidas solo señalan diferencias de medias significativas, tras la intervención, en el grupo experimental para el nivel avanzado ( $F = 2.973$ ;  $p = .033$ ). Los análisis de Pos-Hoc de Bonferroni indican que estas diferencias de medias se observan en el curso de 6º de primaria con respecto al de 3º de primaria, quienes presentan más altas tras la intervención (Figura 18).

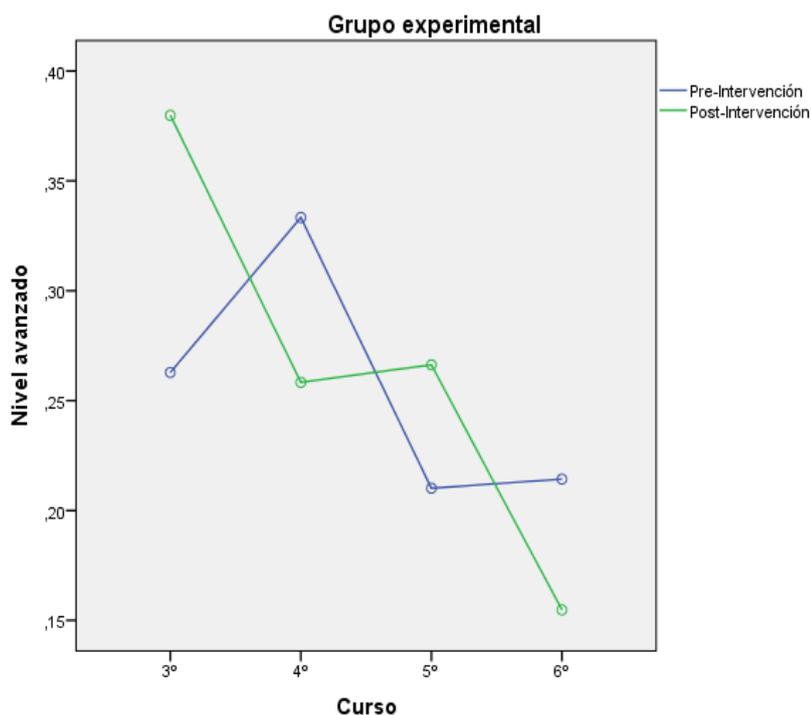


Figura 18. Evolución del Pensamiento Computacional en el grupo experimental en relación con el curso en el nivel avanzado

En cuanto al resto de variables (género y capacidad académica) no se observan diferencias significativas.

## 5.2. Datos sobre el proceso de resolución de las actividades musicales desenchufadas diseñadas.

Recordemos que el grupo experimental desarrolló tres sesiones formativas de actividades musicales desenchufadas, basadas en el material del Desafío de Bebras. En las primeras sesiones, realizadas en el mes de febrero, se realizaron las 13 actividades del Primer Bloque, siendo estas de fácil resolución.

Este primer bloque fue completado por 147 estudiantes de los 170 que conforman el grupo experimental. Debe tenerse en cuenta otras actividades que se llevan a cabo en los centros, faltas de asistencia del alumnado y otros motivos que hacen posible que no todos los estudiantes hayan podido realizar las tres sesiones formativas.

De los portfolios personales del primer bloque se han podido extraer los siguientes datos:

*Tabla 5.*  
*Datos sobre la resolución de actividades del bloque 1*

---

| <b>Nº de Pregunta</b> | <b>Porcentaje de respuesta</b> | <b>Porcentaje de acierto</b> |
|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Pregunta 1            | 89.8%                          | 87.6%                        |
| Pregunta 2            | 94.6%                          | 92.4%                        |
| Pregunta 3            | 92.5%                          | 89.7%                        |
| Pregunta 4            | 97.3%                          | 72.7%                        |
| Pregunta 5            | 92.5%                          | 77.9%                        |
| Pregunta 6            | 97.3%                          | 83.9%                        |
| Pregunta 7            | 91.2%                          | 78.3%                        |
| Pregunta 8            | 80.3%                          | 75.9%                        |
| Pregunta 9            | 78.2%                          | 73.5%                        |
| Pregunta 10           | 83%                            | 82.8%                        |
| Pregunta 11           | 83%                            | 77.9%                        |
| Pregunta 12           | 50.3%                          | 68.3%                        |
| Pregunta 13           | 24.5%                          | 66.8%                        |
| Media                 | 81.1%                          | 79%                          |

---

Fuente: Elaboración propia

En este primer bloque destaca una alta capacidad de respuesta por parte del alumnado a lo largo de toda la sesión. Se observa un decaimiento en las preguntas 12 y 13, que son de mayor dificultad. Sin embargo, en todas las preguntas el número de

aciertos es alto (mayor al 70%) exceptuando las dos últimas, aunque ambas se aproximan al citado porcentaje.

El segundo bloque de actividades fue realizado por un total de 168 estudiantes. De este bloque se obtiene:

*Tabla 6.*  
*Datos sobre la resolución de actividades del bloque 2*

---

| <b>Nº de Pregunta</b> | <b>Porcentaje de respuesta</b> | <b>Porcentaje de acierto</b> |
|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Pregunta 1            | 99.3%                          | 94.2%                        |
| Pregunta 2            | 100%                           | 95.4%                        |
| Pregunta 3            | 98.6%                          | 75.3%                        |
| Pregunta 4            | 97.3%                          | 78.7%                        |
| Pregunta 5            | 98%                            | 71.5%                        |
| Pregunta 6            | 97.2%                          | 81.8%                        |
| Pregunta 7            | 97.2%                          | 84.6%                        |
| Pregunta 8            | 91.1%                          | 75.8%                        |
| Pregunta 9            | 81%                            | 71.2%                        |
| Pregunta 10           | 78.2%                          | 76.2%                        |
| Pregunta 11           | 75.5%                          | 74.3%                        |
| Pregunta 12           | 74.83%                         | 68.7%                        |
| Pregunta 13           | 76.87%                         | 70.6%                        |
| Media                 | 89.62%                         | 78.33%                       |

---

Fuente: Elaboración propia

El segundo bloque de actividades muestra, por parte de los estudiantes, una media de respuesta más alta que las actividades del bloque 1. No se observa un decaimiento pronunciado al final de las actividades (como ocurre en el primer bloque). El porcentaje de acierto es mayor en las primeras actividades, que son las de nivel más bajo del bloque. El porcentaje medio de respuesta correcta es similar al bloque 1.

El tercer bloque de actividades fue realizado por un total de 162 estudiantes. De sus portfolios se extrae:

*Tabla 7.*  
*Datos sobre la resolución de actividades del bloque 3*

---

| <b>Nº de Pregunta</b> | <b>Porcentaje de respuesta</b> | <b>Porcentaje de acierto</b> |
|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Pregunta 1            | 95%                            | 87.2%                        |
| Pregunta 2            | 97%                            | 88.8%                        |
| Pregunta 3            | 91%                            | 76.3%                        |
| Pregunta 4            | 88.1%                          | 62.9%                        |
| Pregunta 5            | 83.1%                          | 50%                          |
| Pregunta 6            | 81.19%                         | 43.9%                        |
| Pregunta 7            | 76.24%                         | 29.9%                        |
| Pregunta 8            | 68.32%                         | 36.7%                        |
| Pregunta 9            | 50.5%                          | 56.3%                        |
| Pregunta 10           | 54.46%                         | 40%                          |
| Pregunta 11           | 51.49%                         | 28.8%                        |
| Pregunta 12           | 38.61%                         | 44.2%                        |
| Pregunta 13           | 39.6%                          | 47.5%                        |
| Media                 | 70.3%                          | 53.2%                        |

---

Fuente: Elaboración propia

En este bloque se observa una predisposición positiva por parte del alumnado hacia la cumplimentación de las actividades, que se ve en decrecimiento a partir de la pregunta 7, siendo estas las de mayor dificultad. La media de respuestas acertada desciende del 70% a partir de la pregunta 4, rondando cifras entorno al 30-40%. La media de aciertos es la más baja de los tres bloques, lo que se observa como punto a favor que no rebaje del 50% teniendo en cuenta que es el bloque de actividades de nivel más complejo y que nos encontramos en un proceso formativo.

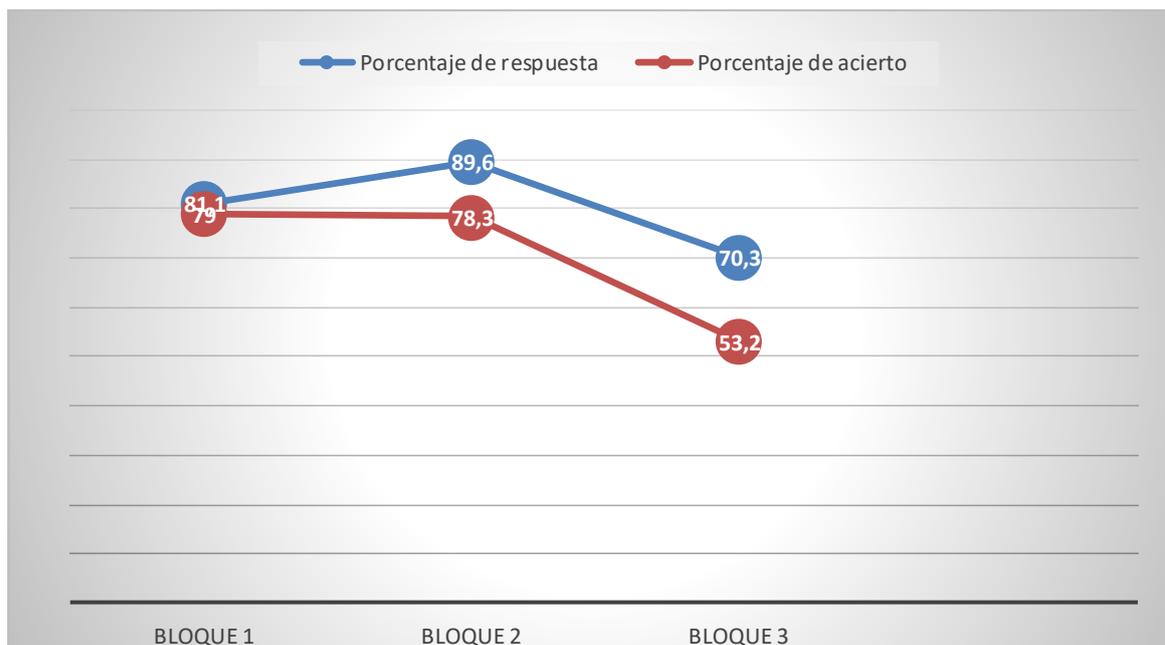


Figura 18. Evolución del porcentaje de respuesta y de aciertos en las sesiones formativas sobre actividades musicales desenchufadas (Fuente: elaboración propia).

## 6. Discusión

Los resultados del estudio muestran, a nivel general, un aumento del Pensamiento Computacional en los estudiantes de Educación Primaria tras la realización de actividades musicales de carácter desenchufado. La literatura científica recoge en los últimos años experiencias que arrojan datos similares a los obtenidos. Zhan, et al. (2022) muestra el aumento del Pensamiento Computacional junto un efecto positivo de la comunicación e interacción dentro del aula por parte de los estudiantes en China, favoreciéndose la investigación colaborativa.

Brackmann, et al. (2017) observan, al igual, un aumento del Pensamiento Computacional en dos grupos de estudiantes españoles que han realizado actividades desenchufadas, en comparación con un grupo control. En estudios similares, como los de Delal y Oner (2020), en los que se han utilizado actividades diseñadas a partir de material de Bebras, también se observan puntuaciones significativamente más altas en el postests.

De manera concreta, el estudio estadístico muestra que, en el nivel fácil, las diferencias de mejoría no son significativas. Las puntuaciones en este nivel son altas, por lo que el margen de mejora es corto. Sin embargo, llama la atención, en el proceso formativo, que los estudiantes cumplieran menos respuestas del bloque uno (fácil) que del dos (medio). Una posible justificación a este hecho es que el alumnado no estaba familiarizado con el tipo de actividades cuando tuvieron que desarrollar el bloque uno, sintiéndose más confiados al realizar las del bloque dos.

En cuanto al nivel medio, el estudio sí muestra una mejoría significativa ( $p = .000$ ). En las actividades del bloque dos (correspondientes a este nivel) los estudiantes

han mostrado mayor interés en solventar todas las actividades posibles, y el nivel de aciertos es similar al bloque de actividades uno (nivel fácil).

En el nivel avanzado ( $p = .029$ ) también se observa un desarrollo significativo del Pensamiento Computacional, siendo esta evolución menos pronunciada que la del nivel medio. Analizando el proceso formativo, en el bloque de actividades avanzadas, se observa un decaimiento del porcentaje de intención de resolución de actividades y el nivel de aciertos, siendo este dato concordante con el análisis estadístico.

Como línea futura es de interés conocer si un proceso formativo más continuado permitiría un mayor desarrollo del Pensamiento Computacional en este nivel, o, por el contrario, si es posible que actividades de mayor dificultad sean demasiado complejas para el estadio de desarrollo cognitivo de la población de estudio (Educación Primaria). Lockwood y Mooney (2018) recogen que los Desafíos de Bebras poseen actividades de nivel avanzado destinados a estudiantes de hasta 16 años de edad, mientras que en este estudio nos centramos en estudiantes de hasta 12 años. Esto también explicaría el motivo por el que la significatividad es mayor en las actividades de nivel medio: es posible que las actividades musicales desenchufadas de que se han diseñado para este nivel estén más en línea con el nivel madurativo de los estudiantes de primaria que las actividades avanzadas.

En cuanto al análisis junto al resto de variables, este estudio no muestra diferencias significativas en lo referente al género. Delal y Oner (2020) realizaron un estudio similar al expuesto en este trabajo, con actividades diseñadas a partir de los desafíos de Bebras, tampoco encontraron diferencias en este aspecto. Rojas y García-Peñalvo (2021) coinciden en que no hay diferencias de género en su estudio sobre desarrollo de Pensamiento Computacional en la educación superior.

Es cierto que en la literatura científica se indican mayores puntuaciones en cuanto al género masculino (Vandenberg et al., 2021; Del Olmo-Muñoz, et al., 2022), sin embargo, hay constancia de que la diferencia de género en el ámbito de la computación y la informática dependen del contexto sociocultural en el que se encuentren los estudiantes (Rachmatullah, et al., 2022) y de que interfieren los estereotipos de género inculcadas en edades tempranas (Master, et al., 2021). Hoy en día, en las sociedades desarrolladas, cada vez más alumnas se interesan por los estudios del ámbito científico gracias a la educación universal y al interés creciente en desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje con perspectiva de género (Torres-Torres et al, 2021).

Tampoco se observan diferencias significativas teniendo en cuenta el nivel académico de los estudiantes. Los grupos participantes en el estudio no tenían conocimientos previos en computación o robótica, por lo que el margen de mejora es similar dentro de las distintas capacidades.

La literatura recoge mejoras significativas de habilidades algorítmicas en estudiantes con dificultad de aprendizaje y discapacidad (Kert, et al., 2022), además de ser beneficioso para este grupo para su inclusión en la sociedad (Levinson, et al., 2021). Para los estudiantes con talento y alta capacidad intelectual, el aprendizaje de habilidades de robótica y programación permite mayor estimulación creativa en relación con la resolución de problemas (Jagust, et al., 2018). Estos estudiantes suelen presentar un desfase curricular positivo, por lo que se le diseñan programas de enriquecimiento que les permite desarrollar diversas habilidades del pensamiento. En este ámbito, existen evidencias positivas sobre el diseño de programas de enriquecimiento curricular basados en la programación de “apps” (Román, 2014). Por otro lado, es de interés conocer que en la literatura han empezado a surgir estudios (Román-González et al.,

2018) que engloban un nuevo tipo de aptitud que pueden mostrar los estudiantes: el talento computacional.

También es necesario resaltar la importancia del enfoque cooperativo en la realización de las actividades musicales desenchufadas. Torrego-Seijo et al. (2021) resaltan que trabajar en grupos cooperativos permite la mejora de la inteligencia emocional, la adaptabilidad ante el cambio y el rendimiento académico. Li et al. (2022) recoge la efectividad de este tipo de metodologías activas para el eficaz desarrollo de propuestas pedagógicas de carácter STEAM.

En lo referente a la variable entorno, sí se observa una mejor puntuación en el pretest en el grupo rural respecto al urbano, además de un desarrollo del Pensamiento Computacional significativamente mayor en el postest. Este resultado es de relevancia, ya que los estudiantes rurales padecen la denominada “brecha digital” respecto a los estudiantes urbanos, aunque esta puede verse disminuida si el docente rural posee una relación óptima con las habilidades computacionales (Romo, 2018).

Es importante tener en cuenta la relación de estudiantes por número de docentes. En este caso, el contexto rural permite una mayor atención al alumnado y una guía más individualizada, permitiendo mayor tiempo a las necesidades de los estudiantes y una guía más directa, además de menos distracciones en el aula. Por otro lado, los centros rurales participantes eran conocedores de la metodología por grupo cooperativo, por lo que los estudiantes están habituados a trabajar en equipo y mantener un diálogo enfocado en la tarea a resolver. Los docentes de los centros urbanos, destacaron que, al tener un mayor número de estudiantes, suelen trabajar por un sistema pedagógico más dirigido, primando la instrucción del profesor o profesora. Así, es posible que el grupo urbano haya desarrollado en menor medida el Pensamiento Computacional por no ser conocedor del tipo de metodología empleado.

La muestra del grupo rural ( $N=8$ ) es poco numerosa, por lo que los datos obtenidos deben ser contrastados con estudios más amplios. En esta línea, Yuliana et al. (2021) muestran una mejora del Pensamiento Computacional en estudiantes rurales tras realizar formación desenchufada.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta aportaciones como las de Leonard et al. (2021), quienes recogen que los estudiantes de zonas rurales son un colectivo subrepresentado en las estrategias educativas de carácter STEAM y deben tenerse en cuenta sus características para el diseño de propuestas curriculares. En este sentido, y atendiendo a los resultados del análisis estadístico, se puede afirmar que las actividades musicales desenchufadas diseñadas en este estudio son idóneas para la fomentar el trabajo del Pensamiento Computacional en este colectivo.

## 7. Conclusiones

La Alfabetización Computacional forma ya parte de los currículos educativos europeos, como eje de la enseñanza de habilidades computacionales no solo para el dominio de dispositivos digitales, sino para la resolución de problemas complejos en la vida diaria. Dentro de las áreas STEAM, la música, como parte de las artes, puede trabajar las habilidades computacionales a la vez que se culturaliza y se abarcan los saberes básicos de la materia.

En este trabajo se ha presentado un estudio sobre la eficacia de 36 actividades musicales desenchufadas para aplicar en Educación Primaria. Para su diseño se ha

tenido en cuenta los materiales de los Desafíos Internacionales de Bebras, siendo esta una institución pionera en promover las ciencias y el Pensamiento Computacional.

En referencia al impacto de estas actividades en la formación musical en los cursos participantes, en el estudio no se ha realizado un análisis expreso sobre estos conocimientos musicales ni la evolución de los mismos. Esto se fundamenta en que la muestra pertenece a variedad de centros educativos en los que el nivel de enseñanza musical no es similar ni se trabaja los mismos métodos para el aprendizaje. Sin embargo, los y las docentes que supervisaron las actividades formativas mostraron impresiones similares en cuanto a cómo el enfoque computacional es un centro de interés para los estudiantes y cómo esto había influido positivamente en el interés por la materia musical. Concretamente, nombraron su importancia en lo referente a la comprensión del lenguaje musical (relación de los valores de las figuras musicales y su aplicación en el texto musical, notación convencional y no convencional, lectura rítmico-melódica), interés por los compositores y sus obras, y ampliación de conocimientos sobre los instrumentos de la orquesta. En síntesis, consideraron las actividades un complemento idóneo junto a otras actividades musicales (práctica instrumental, interpretación vocal, expresión corporal) para desempeñar la enseñanza con carácter competencial de la materia. Así mismo, debe tenerse en cuenta que este tipo de actividades permite enfocar la materia de acuerdo a las nuevas exigencias legislativas en lo referente a la enseñanza STEAM, existiendo escaso material curricular concreto desde el ámbito musical.

Por otro lado, tras la aplicación del *Computational Thinking Test using Bebras Problems* se concluye que el conjunto de actividades musicales desenchufadas diseñadas es útil para el desarrollo del Pensamiento Computacional en estudiantes de Educación Primaria. De manera concreta, el análisis estadístico demuestra que son eficaces desde un nivel inicial a un nivel de complejidad avanzado, siendo más pronunciado en el nivel medio. Esta información se corrobora con los datos del proceso formativo.

La elaboración de este estudio ha estado enmarcada por una serie de limitaciones. Por un lado, la muestra seleccionada ha sido menor a la esperada, ya que no todos los centros educativos con los que se contactó accedieron a participar en el mismo, fundamentalmente por la carga y exigencias del puesto de docente. Por otro lado, se contó con una escasa representación del contexto rural, ya que estos centros poseen menos equipo de profesorado, aulas multinivel, poco número de alumnos y, en ocasiones, no cuentan con un maestro especialista de música. Todo esto dificulta obtener muestras numerosas. De igual forma, se contempla como limitación la cantidad de sujetos del grupo control, que hubiese sido de interés ser igualitaria al grupo experimental. También es de interés mencionar la limitación temporal, ya que hubiese sido idóneo contar con todo un curso académico para obtener datos longitudinales.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, las limitaciones encontradas e información complementaria de la literatura científica, se plantea varias líneas prospectivas. Por un lado, es de interés una ampliación del estudio centrado en el nivel avanzado, con una formación de carácter más continuo, y en comparación con otros grupos de edad de estudios superiores, ya que en este estudio se observa que este nivel es el que menor desarrollo presenta con estas actividades musicales diseñadas. Otros aspectos de interés a tener en cuenta es contar con una mayor representatividad de la muestra, sobre todo perteneciente al contexto rural con el fin de obtener datos de relevancia y permitir un mejor contraste con los datos obtenidos. También se plantea la posibilidad de diseñar actividades musicales basadas en otros modelos computacionales

(como por ejemplo las expuestas en repositorios como CSUnplugged.org o Programamos.es) desde los ámbitos más prácticos de la enseñanza musical, como los citados anteriormente por los docentes que han estado implicados en el estudio (práctica instrumental, interpretación vocal y expresión corporal) y estudiar tanto el desarrollo de aprendizaje musical como el desarrollo de Pensamiento Computacional.

En cuanto a las implicaciones prácticas que conllevan este estudio, es necesario atender a los resultados y a discusión llevada a cabo. Es importante subrayar el impacto de las actividades musicales desenchufadas en los estudiantes que forman parte del entorno rural. Estos estudiantes suelen poseer escenarios educativos menos favorecidos que los estudiantes de zonas urbanas, además de contar con menos recursos en el entorno cercano.

Se cita anteriormente la necesidad de tener en cuenta los grupos educativos menos representados en el diseño de aspectos curriculares en relación con las STEAM. En este aspecto, las actividades musicales desenchufadas son útiles para este colectivo, contando con variedad de ventajas (actividades de fácil aplicación, sin necesidad de contar con dispositivos concretos, con uso de materiales de bajo coste, etc.) y permitiendo una alfabetización computacional real en la variedad de entornos educativos. En este aspecto, la disciplina musical es de las menos explotadas entre las áreas STEAM, sin embargo, posee multitud de posibilidades en el ámbito de la educación computacional en los primeros cursos educativos de infantil y primaria.

Debe tenerse en cuenta que la educación actual está enmarcada dentro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible que defiende la Organización de las Naciones Unidas. Entre estos objetivos, el cuarto versa sobre garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. El uso de actividades desenchufadas desde un enfoque competencial, permite que la Alfabetización Computacional pueda desarrollarse en igualdad de condiciones en las distintas sociedades, independientemente de las características de las mismas a distintos niveles (económicos, culturales, sociales, étnicos, entre otros).

No en todos los contextos es posible, por ejemplo, la adquisición de dispositivos o contar con un personal docente altamente cualificado en el ámbito científico-tecnológico. Sin embargo, si es posible desde la educación básica trabajar y desarrollar las habilidades del Pensamiento Computacional como base a la resolución de problemas complejos de la vida diaria y el desarrollo de aptitudes computacionales previas que permitan a los estudiantes una preparación eficaz para un futuro profesional digitalizado y demandante de profesionales computacionalmente alfabetizados.

Presentación del artículo: 29 de septiembre de 2022

Fecha de aprobación: 12 de diciembre de 2022

Fecha de publicación: 31 de enero de 2023

|   |
|---|
| Sepúlveda-Durán, C. M., García-Fernández, C. M. y Arévalo-Galán, A. (2023). Alfabetización Computacional: actividades musicales desenchufadas sobre el Desafío Internacional de Bebras. <i>RED. Revista de Educación a Distancia</i> , 23(73).<br><a href="http://dx.doi.org/10.6018/red.540191">http://dx.doi.org/10.6018/red.540191</a> |
|---|

## Financiación

Este trabajo no ha recibido ninguna subvención específica de los organismos de financiación en los sectores públicos, comerciales o sin fines de lucro.

## Referencias

- Alcázar, C. (2019). Música Encriptada. *Eufonía: Didáctica de la Música*, 81, 76-77. Editorial Graó.
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering critical reflection in primary education through STEAM approaches. *Education Sciences*, 10(12), 1-14. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>.
- Bell, T., y Vahrenhold, J. (2018). CS unplugged—how is it used, and does it work?. In *Adventures between lower bounds and higher altitudes*, 497-521. Springer, Cham. [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-98355-4\\_29.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-98355-4_29.pdf)
- Brackmann, C. P., Moreno-León, J., Román-González, M., Casali, A., Robles, G., & Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*, 65-72. <https://doi:10.1145/3137065.3137069>
- 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>.
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2018). Exploring the effect of a robotics laboratory on computational thinking skills in primary school children using the bebras tasks. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*, 27-30. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284186>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C. & Woollard, J. (2015). Computational thinking-A guide for teachers. *Swindon. Computing at School*, 0-18. <https://eprints.soton.ac.uk/424545/>
- Combéfis, S., & Stupurienė, G. (2020). Bebras based activities for computer science education: Review and perspectives. En Kori, K., Laanpere, M. (eds) *Informatics in Schools. Engaging Learners in Computational Thinking*, 12518. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63212-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63212-0_2)
- Dagiene, V., & Stupuriene, G. (2017). Algorithms unplugged: a card game of the Bebras-like tasks for high schools students. In *The 10th International Conference on Informatics in Schools (ISSEPS 2017)*. <http://issep2017.cs.helsinki.fi/files/short/algorithms-unplugged-game-of-bebras-like-tasks-for-hs-students.pdf>
- Datzko, C. (2019). *The genesis of a bebras task*. *ACM International Conference Proceeding Series*, 65 – 728. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33759-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33759-9_19)
- Delal, H., & Oner, D. (2020). Developing middle school students' computational thinking skills using unplugged computing activities. *Informatics in Education*, 19(1), 1-13. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.01>
- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of primary

- education. *Computers and Education*, 150. <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>
- Duo-Terron, P., Hinojo-Lucena, F., Moreno-Guerrero, A., & López-Núñez, J. (2022). STEAM in primary education. impact on linguistic and mathematical competences in a disadvantaged context. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.792656>.
- 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*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/21532974.2022.2087125>
- Jagust, T., Cvetkovic-Lay, J., Krzic, A. S., & Sersic, D. (2018). Using robotics to foster creativity in early gifted education. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 630, 126-131. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-62875-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62875-2_11)
- Jesús, A. M. D., & Silveira, I. F. (2021). Marco de aprendizaje colaborativo basado en videojuegos para el desarrollo del pensamiento computacional. *Revista Facultad De Ingeniería*, 99, 113-123. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200690>.
- Kert, S. B., Yeni, S., & Fatih Erkoç, M. (2022). Enhancing computational thinking skills of students with disabilities. *Instructional Science*, 50(4), 625-651. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09585-6>
- Krüger, W., & Chiappe, A. (2021). Habilidades del siglo XXI y entornos de aprendizaje STEAM: una revisión. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.470461>
- 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 In *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE 1*, 207-213. <https://doi.org/10.1145/3502718.3524804>.
- Leonard, J., Thomas, J. O., Ellington, R., Mitchell, M. B., & Fashola, O. S. (2021). Fostering computational thinking among underrepresented students in stem: Strategies for supporting racially equitable computing. *Fostering computational thinking among underrepresented students in STEM: Strategies for supporting racially equitable computing*, pp. 1-201. <https://doi.org/10.4324/9781003024552>
- Leroy, A., & Romero, M. (2021). Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities with Modular Robotics. *Frontiers in Education*, 6, 642147. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.642147>
- Levinson, T., Hunt, L., & Hassenfeld, Z. (2021). Including students with disabilities in the coding classroom. *Teaching computational thinking and coding to young children*, pp. 236-248. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7308-2.ch012>
- Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16), 10333. <https://doi.org/10.3390/su141610333>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems. In *CEUR Workshop Proceedings*, 219. [http://ceur-ws.org/Vol-2190/TACKLE\\_2018\\_paper\\_1.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2190/TACKLE_2018_paper_1.pdf)

- Master, A., Meltzoff, A. N., & Cheryan, S. (2021). Gender stereotypes about interests start early and cause gender disparities in computer science and engineering. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(48), e2100030118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100030118>
- Muñoz-Repiso, A. G., & Caballero-González, Y. (2019). Robotics to develop computational thinking in early childhood education. *Comunicar*, 27(59), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>.
- Muriño, A. y Riaño, M. E. (2022). Monografía Música y STEAM. *Eufonía: Didáctica de la Música*, 91. Editorial Graó.
- Oliveira, A. L. S., Andrade, W. L., Guerrero, D. D. S., & Melo, M. R. A. (2021). How do bebras tasks explore algorithmic thinking skill in a computational thinking contest? Paper presented at the *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2021-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637151>
- Payne, L., Tawfik, A., & Olney, A. M. (2022). Computational thinking in education: Past and present. *TechTrends*, 66(5), 745-747. <https://doi:10.1007/s11528-022-00766-1>
- 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>
- Petrie, C. (2022). Interdisciplinary computational thinking with music and programming: A case study on algorithmic music composition with sonic pi. *Computer Science Education*, 32(2), 260-282. <https://doi:10.1080/08993408.2021.1935603>
- 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. (2014). Aprender a programar “apps” como enriquecimiento curricular en alumnado de alta capacidad. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 66(4), 135-155. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/Bordon.2014.66401>
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). Complementary tools for computational thinking assessment. Paper presented at the *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education*, 154-159. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/23182/1006971.pdf?sequence=1#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>
- Román-González, M., Pérez-González, J. & Moreno-León, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004>
- Romo, N. M. (2018). ICT and pupils of rural areas: Between the digital gap and inclusive education. *Bordon, Revista De Pedagogia*, 69(3), 41-56. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2017.52401>

- Rojas López, A., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Initial performance analysis in the evaluation of computational thinking from a gender perspective in higher education. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*, 109-114. <https://doi.org/10.1145/3486011.3486429>
- Selvy, C. & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. Paper presented at the *18<sup>th</sup> annual conference on innovation and technology in computer science education*, 0-6. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>
- Torrego-Seijo, J.C., Caballero-García, P. Á., & Lorenzo-Llamas, E. M. (2021). The effects of cooperative learning on trait emotional intelligence and academic achievement of spanish primary school students. *British Journal of Educational Psychology*, 91(3), 928-949. <https://doi.org/10.1111/bjep.12400>
- 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>
- Vandenberg, J., Rachmatullah, A., Lynch, C., Boyer, K. E., & Wiebe, E. (2021). Interaction effects of race and gender in elementary CS attitudes: A validation and cross-sectional study. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100293>
- Yuliana, I., Hermawan, H. D., Prayitno, H. J., Ratih, K., Adhantoro, M. S., Hidayati, H. y Ibrahim, M. H. (2021). Computational Thinking Lesson in Improving Digital Literacy for Rural Area Children via CS Unplugged. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012009>.
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 29. [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a18](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18)
- Zhan, Z., He, W., Yi, X., & Ma, S. (2022). Effect of unplugged programming teaching aids on Children's computational thinking and classroom interaction: With respect to Piaget's four stages theory. *Journal of Educational Computing Research*, 60(5), 1277-1300. <https://doi.org/10.1177/07356331211057143>