



Promoviendo el pensamiento computacional desenchufado en un proyecto social

Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 22/ Edición N.43
Enero - junio 2025
Reia4307 pp. 1-23

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

González Segura, C. M.; Solís Baas, N. V.; Montañez May, T. J.; García García, M. y Canché Euán, M.
Promoviendo el Pensamiento Computacional Desenchufado en un Proyecto Social

Revista EIA, 22(43), Reia4307
pp. 1-23.
<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1834>

✉ Autor de correspondencia:

González Segura, C. M.
Doctorado
Correo electrónico:
gsegura@correo.uady.mx

Recibido: 23-09-2024
Aceptado: 10-12-2024
Disponible online: 01-01-2025

✉ CINHTIA MARIBEL GONZÁLEZ SEGURA¹
NEYFIS VANESSA SOLÍS BAAS¹
TERESITA DEL JESÚS MONTAÑEZ MAY¹
MICHEL GARCÍA GARCÍA¹
MAXIMILIANO CANCHÉ EUÁN¹

1. Universidad Autónoma de Yucatán, México

Resumen

En el contexto de la creciente importancia del Pensamiento Computacional (PC) en la educación actual, en este artículo se describen actividades implementadas con el fin de fomentar el desarrollo de habilidades del PC en estudiantes de educación básica, desde un enfoque desenchufado o desconectado. Entre las actividades descritas se incluye la resolución de retos algorítmicos, tales como la elaboración de pulseras con ligas, el recorrido de un laberinto, la codificación de patrones de imágenes con píxeles, la creación de figuras a partir de secuencias de flechas y la decodificación de mensajes secretos representados con números binarios. La metodología implementada en el estudio es mixta, enfocada en el aprendizaje basado en proyectos con un estudio pre-post prueba donde participaron 23 estudiantes y 10 profesores. A través de un enfoque multidisciplinario que combina la computación, la psicología y la salud, el proyecto social del que se desprende este trabajo se lleva a cabo en una comunidad rural del oriente del estado de Yucatán con el fin de contribuir a mejorar la calidad de la educación, mediante el desarrollo del PC. Los resultados muestran que se ha logrado promover el desarrollo cognitivo y la formación integral de los estudiantes proporcionando una alternativa para desarrollar competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en estudiantes de secundaria, aun cuando la brecha digital no favorece a las comunidades rurales. Los hallazgos evidencian mejoras en el desarrollo del PC en los estudiantes, aunque se planea continuar realizando más actividades desconectadas y mediciones para obtener resultados más sólidos.

Palabras clave: Actividades desenchufadas, Adolescentes, Algoritmos, Aprendizaje basado en proyectos, Comunidades rurales, Competencias STEM, Desarrollo del Pensamiento Computacional, Educación básica, Estudio pre-post prueba, Multidisciplinariedad, Proyecto Social.

Promoting unplugged computational thinking in a social project

Abstract

In the context of the growing importance of Computational Thinking (CT) in contemporary education, this paper describes activities implemented to promote the development of CT skills in primary school students through an unplugged or offline approach. The activities described include solving algorithmic challenges, such as making bracelets with rubber bands, navigating a maze, coding image patterns with pixels, creating figures from sequences of arrows, and decoding secret messages represented with binary numbers. The methodology implemented in the study is mixed, focusing on project-based learning with a pre-post test study involving 23 students and 10 teachers. Through a multidisciplinary approach that combines computing, psychology, and health, the social project from which this work emerges is carried out in a rural community in eastern Yucatán to improve the quality of education through the development of CT. The results show that cognitive development and holistic training of students have been promoted, providing an alternative to developing STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) competencies in secondary school students, even when the digital divide does not favor rural communities. The findings demonstrate improvements in students' CT development, although more unplugged activities and measurements are planned to obtain more robust results.

Keywords: Adolescents, Algorithms, Basic education, Computational thinking development, Multidisciplinarity, Pre-post test study, Project-based learning, Rural communities, Social project, STEM competencies, Unplugged activities.

1. Introducción

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, es una alianza que establece colaboraciones entre diversos países con miras a mejorar el desarrollo de una sociedad más justa para todos en un marco de equidad y respeto, por lo que, de acuerdo con la CEPAL (2020) se visualiza como una oportunidad histórica para América Latina y el Caribe. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se conciben como el corazón de la Agenda 2030 ya que pretenden guiar las colaboraciones internacionales para avanzar hacia un desarrollo sostenible. La educación de calidad es el cuarto ODS, siendo de gran importancia para el desarrollo próspero de nuestra sociedad global.

En México, existe un importante rezago en innovación científica y desarrollo tecnológico, que se ha hecho todavía más evidente a raíz de la pandemia por COVID-19; se estima que el nivel académico en México retrocedió de uno a dos años en todos los niveles educativos, de acuerdo con el Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Infobae, 2022). Desde hace décadas las evaluaciones internacionales de la OCDE indican que nuestro país, México, posee los niveles más bajos en lectura, matemáticas y ciencias en los cursos de educación básica, a pesar de que estas habilidades son herramientas cruciales para la adquisición del conocimiento y, por lo tanto, para el desempeño exitoso en las diversas áreas de especialidad de los profesionistas.

De los 32 estados mexicanos, Yucatán se sitúa en el noveno lugar con mayor porcentaje de población con rezago educativo, la mayor incidencia es en niños de 3 a 5 años y adolescentes de 16 a 21 años, siendo más de 115 mil jóvenes de 3 a 21 años quienes carecen de educación básica y no asisten a la escuela (Rincón, 2022). Estos datos subrayan la urgente necesidad de implementar cambios en Yucatán para garantizar que la población tenga acceso a la educación básica y se incremente el deseo de recibir esta educación.

Por otro lado, en Yucatán, el 72% de la población se autodescribe indígena y el 26% de esta entidad habla la lengua indígena (ENADID, 2023), siendo la cultura maya predominante en esta región. Al respecto, Ritcher (2018) señala que un porcentaje superior al 90%

de las comunidades catalogadas como indígenas experimentan niveles significativos de marginación, lo que conlleva a una mayor susceptibilidad de su población a la falta de acceso, incompletitud educativa, o insuficiencia en el nivel de aprendizaje deseado.

Al respecto, el PC es considerado una habilidad cognitiva (Papert, 1980; Wing, 2006) que a partir de conceptos fundamentales de la informática extrapolados a otros contextos puede favorecer el desarrollo de competencias tales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la creatividad, (Rojas-López y García-Peñalvo, 2020) generalization, decomposition, algorithmic design and evaluation, el pensamiento divergente (Mujica de Staszewitch, 2021), el pensamiento matemático, la comprensión lectora, entre otras cualidades fundamentales para mejorar el desempeño académico, además de la motivación (Casanova Estrada, 2021) que también es importante para lograr los objetivos de aprendizaje.

En este sentido, el proyecto “Club de niñas y niños pensadores: resolviendo problemas con ciencia, tecnología y emoción” tiene como eje principal el PC como estrategia para favorecer el aprendizaje académico y la formación integral de estudiantes de una escuela secundaria ubicada en una comunidad maya hablante mediante el desarrollo de competencias STEM, el modelo educativo dual, la metodología de investigación acción participativa y el aprendizaje basado en proyectos, para contribuir con el desarrollo de la comunidad, con base en los objetivos de la Agenda Mundial de Educación 2030 y la Agenda 2040 en Yucatán.

Uno de los retos de este proyecto es que las comunidades cuentan con recursos tecnológicos limitados, tales como el internet inestable, pocas computadoras y escasa alfabetización digital en los docentes que favorezca el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles. Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo es describir las actividades desenchufadas que se realizaron para promover el desarrollo del PC en los estudiantes de una escuela secundaria del interior del estado de Yucatán. Se presentan las actividades implementadas para lograr los objetivos del proyecto antes mencionado, con estrategias propias del PC, con lo cual se espera contribuir con la solución de algunas problemáticas que ocurren en torno a la calidad de la educación.

2. Marco Teórico

Diversos autores, entre ellos Wing (2006) y Zapotecatl (2018), afirman que el PC emerge como un catalizador para el desarrollo de habilidades que enriquecen el proceso educativo. Además, ofrece a cada estudiante la oportunidad de cultivar su PC de manera lúdica y creativa. Esto implica la aplicación de diversos algoritmos y técnicas destinadas a la resolución de problemas, tanto en contextos digitales como analógicos. En este sentido, Vazquez et al. (2023) afirman que se trata de una competencia, argumentando que con esta se promueve un conjunto de habilidades de tipo cognitivo, procedural y socio-afectivo.

Por otro lado, autores como Wing (2006), Salamanca y Badilla (2021) sostienen que el PC representa una habilidad cognitiva esencial cuyo desarrollo en los estudiantes es imperativo considerando que las herramientas digitales alientan la resolución de problemas de diversas facetas de la vida cotidiana a través de un razonamiento lógico análogo o equiparable a los fundamentos de la programación, por lo que también el PC ha sido empleado para el fortalecimiento de competencias matemáticas (Parra-Vallejo, 2022) y otros temas, por lo que también se ha propuesto su incorporación en el currículo escolar obligatorio desde edades tempranas (Polanco Padrón et al., 2020).

Melián (2020) define el PC como la capacidad de una persona para resolver problemas de diversa índole a través de habilidades propias de la computación, tales como “la descomposición de un problema, la creación de algoritmos y el procesamiento de datos, así como la comprensión de nociones de pensamiento divergente, heurística y el pensamiento abstracto” (pág. 1), por lo que diversos autores consideran que esta habilidad es fundamental para desarrollarse en la sociedad del siglo XXI (Quiroz-Vallejo et al., 2021).

Las dos metodologías que existen para fomentar el desarrollo el PC son las actividades desenchufadas (unplugged) y enchufadas (plugged). El PC enchufado o conectado se promueve mediante dispositivos tecnológicos como computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes o algún dispositivo similar, y las actividades que se realizan generalmente están orientadas a la programación (Parra-Vallejo, 2022) desde diversos entornos. En Latinoamérica, las

metodologías más usadas son la robótica educativa, con robots basados en placas Arduino y robots Lego Mindstorm, así como la programación por bloques con lenguajes gráficos como Scratch (Quiroz-Vallejo et al., 2021). Sin embargo, son escasos los estudios que abordan el PC en Latinoamérica (León Castillo, 2023), especialmente en el centro y sur de América (Corrales-Álvarez et al., 2024), donde tampoco se han encontrado instrumentos de evaluación contextualizados para estas áreas.

Por otro lado, el PC desenchufado o desconectado, se promueve mediante actividades que no requieran de una computadora o dispositivo similar; por ejemplo, juegos de mesa o de lógica empleando una gran diversidad de objetos como cartas, fichas, ligas, entre otros (Melián León, 2020; Zapata-Ros, 2019)". Una jerarquía de actividades desconectadas, su clasificación y características son presentadas por Iglesias y Bordignon (2021). Estos elementos se muestran en la Tabla 1, donde se observa que en los tipos de actividades y sus características se pueden interrelacionar varias teorías durante los procesos cognitivos que realiza el aprendiz, tales como el constructivismo de Piaget, las inteligencias múltiples de Gardner, el aprendizaje significativo de Ausubel, el pensamiento creativo de Guilford, entre otros. En el contexto de la educación básica, estas teorías enfatizan la importancia de realizar actividades de naturaleza variada, que favorezcan el aprendizaje a partir de las diversas características propias de los estudiantes.

Tabla 1. Clasificación de actividades desenchufadas (Iglesias y Bordignon, 2021).

Clasificación	Tipo de actividades	Característica principal
Componente lúdico	Kinestésicas	Involucran movimientos corporales
	Con recurso tangibles	Incorporan el trabajo manual
	Juegos de mesa	Usan componentes propios de estos juegos
Habilidades transversales	Razonamiento lógico	Involucran reglas y operadores lógicos
	Reconocimiento de patrones	Se presentan elementos que deben ser generalizados para predecir un ítem de la serie
	Cambio de representación	Se requiere de un cambio de la representación de datos para resolver el problema
	Optimización	Se busca optimizar, maximizar o minimizar, una variable en un problema
Pensamiento algorítmico	Ejecución de algoritmos	Se debe ejecutar un algoritmo específico
	Creación de algoritmos	Se debe crear un algoritmo
	Descubrimiento de algoritmos	Se debe descubrir un algoritmo particular (generalmente algoritmos clásicos)

Tal como fue mencionado, en la tabla 1 se observan tipos de actividades que pueden relacionarse con la teoría de las inteligencias múltiple de Howard Gardner, la cual sugiere que existen diferentes tipos de inteligencia, tales como la inteligencia lógico-matemática, lingüística, espacial, musical, interpersonal, intrapersonal y la inteligencia creativa. Esta última se relaciona directamente con la capacidad de generación de ideas originales y la resolución de problemas de manera innovadora (Altan et al., 2001). Entonces, con las actividades que se realizan para promover el PC, es importante considerar las diversas inteligencias que poseen y desarrollan los participantes, en distintos niveles.

2. Metodología

En el curso escolar 2022-2023 la escuela secundaria rural en la que se contextualiza este trabajo contaba con una población de 285 estudiantes. Considerando los objetivos y la duración del proyecto a tres años se decidió iniciar con los 94 estudiantes del primer grado y 10 de sus profesores, quienes participaron voluntariamente. En conjunto con los profesores se realizó un diagnóstico para identificar necesidades específicas de atención prioritaria, entre las que destacaron las habilidades socioemocionales, prevención de sustancias en los adolescentes, la comprensión lectora y el pensamiento matemático. A partir de lo anterior, de manera conjunta con los docentes y autoridad de la escuela se decidió implementar cuatro talleres del área STEM para los estudiantes: (1) Pensamiento Computacional Desenchufado (PCD), cuya implementación y resultados se describen en este documento; (2) Master STEM (PC Conectado con Scratch); (3) Salvando la base interplanetaria (Método científico lúdico); y (4) Reciclaje con Ciencia (construcción de dispositivos con materiales reciclados).

Los 94 estudiantes del primer grado fueron distribuidos de manera aleatoria y equitativa en 4 grupos, con el fin de que cada grupo trabajara en solo uno de los cuatro talleres del área STEM propuestos. Asimismo, se equilibró en cada grupo (morado, naranja, café y gris) la cantidad de hombres y mujeres participantes. En el taller PCD participó el grupo gris con 23 estudiantes, siendo 14 hombres y 9 mujeres, con edades entre los 11 y 14 años. Finalmente, los grupos de estudiantes participaron en dos talleres adicionales: Dragones Tx (Manejo de habilidades socioemocionales) y Salud en el adolescente (prevención de adicciones), impartidos de forma simultánea con los cuatro del área STEM.

El taller de PCD fue presencial con 3 sesiones de 2 horas por sesión, impartidas los viernes hábiles del 2 de diciembre al 3 de enero de 2023. Antes de iniciar la primera sesión y al finalizar el taller se aplicó el Test de Bebras propuesto por Rondón (2020), digitalizado mediante el formulario de Google. En la Tabla 2 se describen las actividades que fueron implementadas como parte del proyecto “Club de niñas y niños pensadores resolviendo problemas con ciencia, tecnología y emoción”. Estas actividades fueron planeadas considerando las características

de la población objetivo perteneciente a una comunidad Yucateca maya hablante, quienes poseen un alto grado de marginación, lo cual repercute directamente en su desarrollo tecnológico.

Tabla 2. Actividades desenchufadas

Nombre de actividad	Descripción	Pilares del PC				Modalidad
		A	D	P	AI	
Pulseras con ligas	Elaboración de tres diseños de pulseras con diferentes secuencias y patrones de colores.			X	X	En equipo
Ratón algorítmico	Resolución de un reto impreso en una tarjeta: encontrar la salida del laberinto.		X	X	X	En equipo
Imágenes pixeladas	A partir de una secuencia de números dibujar una imagen pixelada y viceversa	X	X	X		Individual
Imágenes comprimidas con flechas	A partir de una secuencia de flechas, descubrir la imagen oculta en una cuadrícula.	X	X	X	X	Individual
Mensaje secreto en binario	Mediante tarjetas con números binarios, descifrar el mensaje secreto.	X	X	X	X	Individual

Nota: En la columna de los pilares que se promueven con cada actividad, la A es Abstracción, la D es Descomposición, la P es Reconocimiento de Patrones y AI es del pensamiento Algorítmico.

3.1. Descripción de las actividades

Las actividades se realizaron con materiales accesibles y fáciles de manipular, con el fin de que los estudiantes pudieran replicarlas posteriormente, en caso deseado. Las sesiones fueron realizadas del 2 de diciembre al 13 de enero de 2023. A continuación, se describen las actividades realizadas durante las cuales se fue platicando acerca de conceptos como algoritmos, secuencias, y series.

Pulseras con Ligas

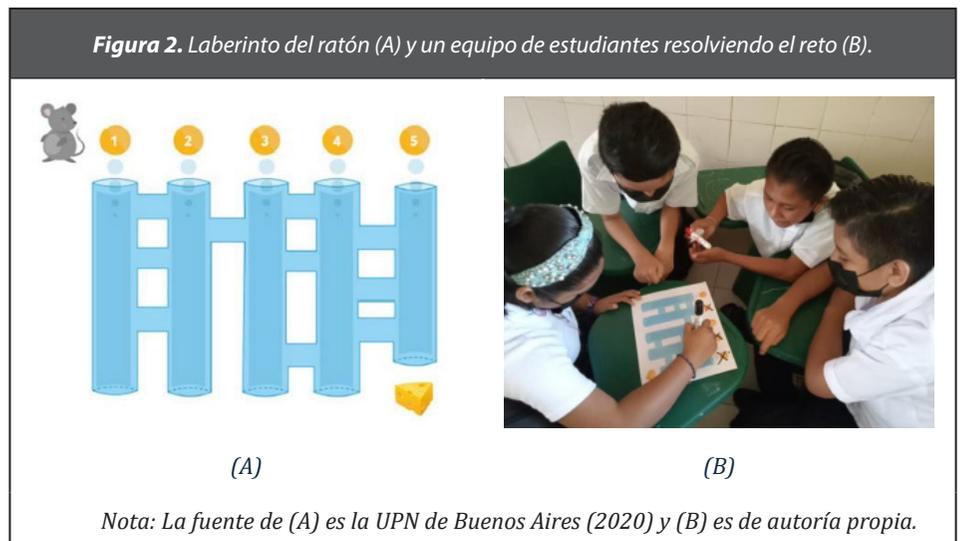
Esta actividad se realizó en la primera sesión, después de aplicar el pretest de Rondón (2020). Los materiales utilizados fueron: ligas, cierre de pulseras y pinzas. Cada equipo recibió un paquete de materiales y las instrucciones para construir los diseños de las pulseras. El primer diseño fue el más sencillo y la complejidad fue creciendo hasta el último diseño. Las secuencias de colores en las pulseras fueron elegidas libremente a partir de los colores disponibles en sus paquetes, de acuerdo con la creatividad de los estudiantes. En la figura 1 se observan algunos diseños construidos, de izquierda a derecha: simple, cola de pescado, cola de dragón y en la figura más a la derecha se muestra el trabajo realizado en los equipos que se conformaron con 4 a 5 integrantes. Cada integrante construyó su propia pulsera con apoyo de un guía universitario y de sus compañeros de equipo.



De acuerdo con la clasificación de la Tabla 1, esta actividad promueve el pilar del pensamiento algorítmico, específicamente se realizó la ejecución de un algoritmo para construir las pulseras: inicia con una pinza y una liga con forma de 8 en las puntas de la pinza, después se pone otra liga y se saca la liga de abajo por ambos extremos de la pinza. Este paso se continúa hasta que se cuenta con el largo deseado y se cierra con un broche en forma de S. Los participantes construyeron varias pulseras con el material proporcionado, en el tiempo disponible y se llevaron las ligas sobrantes para realizar más pulseras o anillos posteriormente. Diseños similares a los que fueron elaborados en esta actividad se pueden consultar en el videotutorial de unComo (2014), el diseño de escama de dragón y el diseño simple son explicados por AiraTran (2015).

Ratón algorítmico

En la segunda sesión se realizaron actividades con un nivel de complejidad ligeramente mayor que consistió en resolver un laberinto para ayudar a un ratón a encontrar la salida donde está el queso, asumiendo que: primero debe elegir un tubo por el que iniciará su recorrido (hay 5 tubos numerados del 1 al 5). Después, debe bajar por el tubo elegido hasta que aparezca un túnel horizontal a la izquierda o a la derecha, cada vez que se encuentre un túnel nuevo tiene que atravesarlo (no es opcional sino obligatorio) y volver a la primera instrucción: bajar hasta encontrar un túnel horizontal. Lo anterior debe repetirse hasta encontrar el queso, o bien la salida hacia abajo del túnel. La pregunta es ¿en cuál de las entradas debe iniciar el ratón para llegar al queso? En la Figura 2 se muestra la imagen que fue distribuida de manera impresa para su resolución en equipo, misma que fue tomada del cuadernillo de actividades de la Universidad Pedagógica Nacional de Buenos Aires (2020).

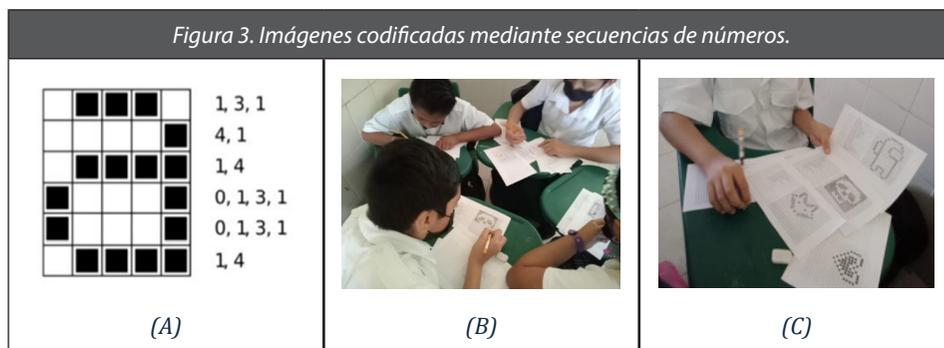


La actividad mostrada en la Figura 2 requiere realizar la ejecución de un algoritmo, considerando que en las indicaciones se proporciona una secuencia de pasos que se deben ejecutar hasta encontrar la salida del laberinto. A cada equipo se le proporcionó una hoja con el dibujo de las tuberías y un ratoncito de papel para que fueran descubriendo lo que hace el ratón si entra en cada tubo y cuál de ellos lo llevaría

al queso. En este caso, se debe iniciar por el tubo 3 para lograrlo. Durante la actividad, se modificó el algoritmo para plantear nuevos retos; por ejemplo, en vez de estar obligado a atravesar el primer túnel horizontal que se encontrara, tenía que atravesar el segundo túnel y ante este pequeño cambio era necesario analizar en cuál de los tubos debía ingresar el ratón para llegar al queso.

Imágenes pixeladas y codificadas

La segunda actividad de la sesión 2 consistió en analizar una serie de números con cierta información codificada, la cual debían analizar y seguir las instrucciones para ir descubriendo la imagen pixelada que iba apareciendo en la cuadrícula. A los participantes se les explicó que en cada línea el primer número indica la cantidad de espacios que deben dejar en blanco, el segundo número indica la cantidad de cuadritos negros y el último número nuevamente indica la cantidad de espacios en blanco; pero si el primer número es un 0 significa que se inicia con cuadritos negros. Para realizar este ejercicio se tomaron ideas de las imágenes del libro digital de Bell et al (2008) y Balmaceda (2018).

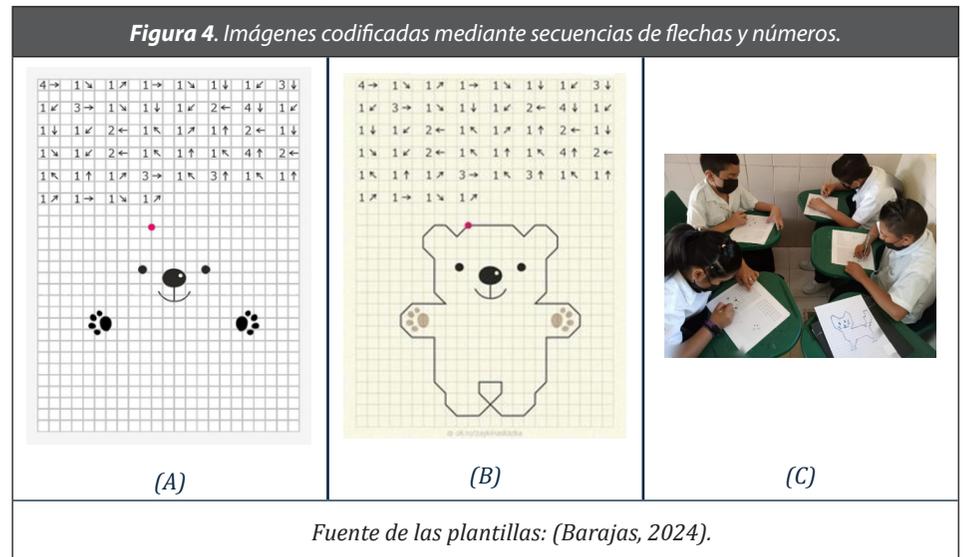


La Figura 3 muestra un ejemplo de la imagen codificada con su patrón de números y algunos equipos resolviendo el reto (Figura 3B y Figura 3C). En esta actividad fue necesario identificar el patrón establecido mediante la secuencia numérica para poder descubrir la imagen pixelada (Figura 4A).

Cabe mencionar que algunos participantes y observadores relacionaron esta actividad con una de las manualidades típicas de Yucatán conocida como el bordado de hilo contado (punto de cruz), con el que algunos artesanos realizan los huipiles yucatecos, formando figuras como flores, animalitos y otras formas a modo de píxeles.

Imágenes comprimidas con flechas

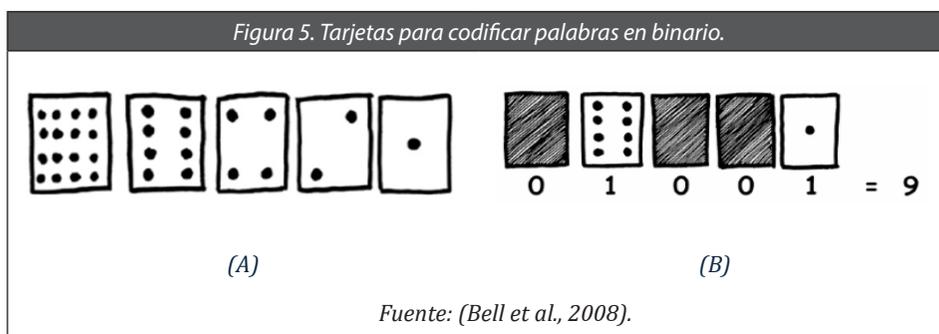
Esta actividad también se realizó en la segunda sesión. Al inicio, se proporcionó una cuadrícula con un patrón establecido que permite crear una figura siguiendo una secuencia de instrucciones proporcionada mediante flechas y números, como se observa en la Figura 4.



En esta actividad se ejecuta un algoritmo codificado, por ejemplo, la instrucción 5→ indica: avanzar 5 posiciones a la derecha en sentido horizontal. Esta instrucción representa un ciclo, pero no condicional, sino determinista ya que se hará exactamente 5 veces. Esta actividad implica la ejecución de ciclos en un algoritmo, considerando que las repeticiones se indican con el número establecido junto a cada flecha. Las imágenes que se imprimieron para realizar estas actividades fueron tomadas la red social Pinterest (Stepanova, s. f.).

Mensaje secreto en binario

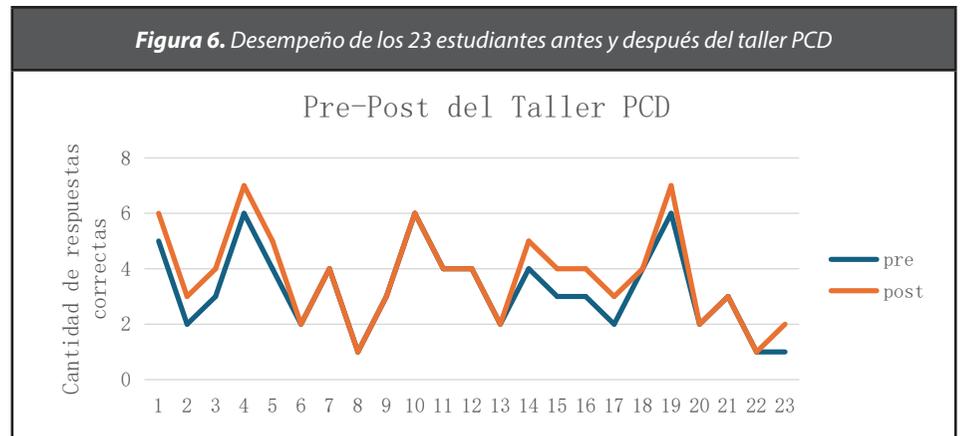
Esta actividad se realizó en la tercera sesión, previamente se elaboraron tarjetas con las que se generaron de forma interactiva los números en base binaria. Durante la implementación de la actividad se codificaron y decodificaron mensajes diversos. Por ejemplo, para decir HOLA, la serie de números en base decimal sería: 8-15-12-1 (ver la Figura 5A), donde el número 8 en base binaria es 01000, el 15 es 01111, el 12 es 01100 y el 1 es 00001. Los materiales para realizar esta actividad se encuentra disponible en el sitio web de la organización CS Unplugged (Computer Science Education Research Group, 2022), donde también están disponibles otras ideas para desarrollar el PC Desconectado. Junto con las tarjetas se proporcionó una tabla con las letras del alfabeto numeradas de la A(1) a la Z(26).



Considerando el tiempo disponible, estas fueron las actividades de introducción al PCD. Posteriormente, en la segunda etapa del proyecto, cuando los estudiantes pasaron al segundo grado de educación secundaria, se realizó una exposición de aprendizajes donde fueron ellos quienes plantearon a sus tutores las actividades a realizar y los guiaron en la resolución de las mismas, en caso necesario. Después, los estudiantes replicaron esta actividad con sus pares del primer grado, considerando que de esta manera se podría lograr un pase de estafeta con las siguientes generaciones. Las ideas para realizar esta actividad fueron tomadas del sitio web de la organización CS Unplugged (Computer Science Education Research Group, 2022).

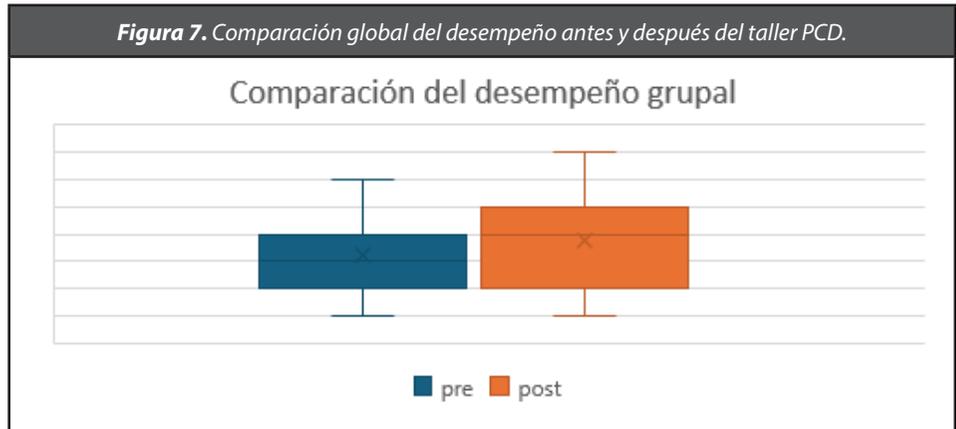
4. Resultados

Los datos se recabaron a partir de la aplicación del test de Rondón (2020) que se distribuyó en un salón de clases de forma impresa, el cual consta de 13 reactivos de tipo Bebras. Participaron 23 estudiantes: 9 mujeres y 14 hombres, respondiendo el test antes y después de su participación en el taller de PCD.



En la Figura 6 se muestra la comparación de resultados entre el pre y el post test. En el eje horizontal, los números del 1 al 23 corresponden a cada estudiante que participó en el estudio. En el eje vertical se muestra el número de preguntas que respondió correctamente cada estudiante; se observa que la cantidad de respuestas correctas de algunos estudiantes se incrementó tras participar en el taller de PCD y en otros casos se mantuvo sin cambio.

El desempeño global del grupo antes y después de participar en el taller de PCD se muestra en la Figura 7, donde el eje vertical corresponde a la cantidad de repuestas correctas y el eje horizontal a los 23 participantes; se observa que en la segunda medición algunos estudiantes mejoraron su desempeño con respecto a la primera medición, pero otros se mantuvieron sin cambio. En la primera medición se tuvo un máximo de 6 respuestas correctas y en la segunda medición un máximo de 7, la media se incrementó de 3.2 a 3.7, la desviación estándar aumentó de 1.5 a 1.7.



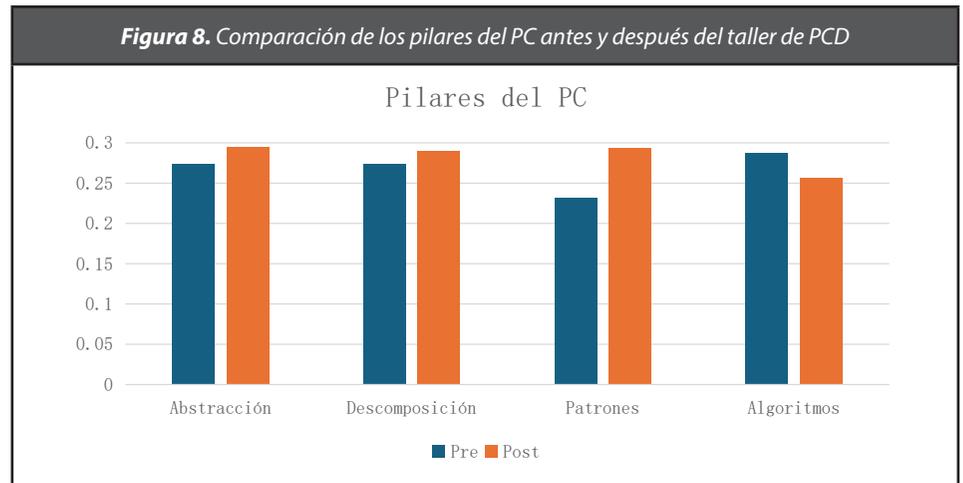
El instrumento de Rondón (2020) señala cuáles pilares del PC son evaluados en cada ítem (ver Tabla 3). Entonces, se identificaron los pilares presentes en cada una de las preguntas para después contrastar los resultados iniciales y finales, esto con el fin de identificar si hubo algún pilar mejor desarrollado que otro, de acuerdo con las actividades realizadas, dando así una mayor precisión del desarrollo del PC.

Tabla 3. Pilares evaluados por reactivo del Test de PC.

Ítem	Abstracción	Descomposición	Generalización	Algoritmo
1	X	X	X	
2	X	X	X	
3				X
4	X	X		X
5				X
6	X	X	X	X
7	X	X	X	
8				X
9	X	X		X
10	X	X		X
11	X	X		X
12	X	X	X	X
13	X	x	X	X

Fuente: Adaptado a partir de Rondón (2020).

En este análisis se identificó por separado cada uno de los cuatro pilares del PC que son evaluados en cada pregunta y se observó que hubo un incremento en los primeros tres pilares: abstracción, descomposición y generalización, lo cual no ocurrió con la creación de algoritmos, como se muestra en la Figura 8.



De forma complementaria, se compararon las calificaciones obtenidas como promedio final de la educación primaria (PFP) con las calificaciones finales de los estudiantes al finalizar el primer grado de secundaria (PFS). El grupo mantuvo el promedio académico de 8.2 en ambos casos (primaria y secundaria).

Finalmente, durante las sesiones del taller algunos participantes expresaron su entusiasmo por realizar las actividades indicadas y otros no. En ciertos casos, las pulseras fueron comercializadas por los creadores entre sus pares y fuera de la escuela, de acuerdo con información proporcionada por los docentes, quienes a su vez mencionaron la utilidad de estas actividades en diversas materias para abordar conceptos matemáticos, series, secuencias, entre otros.

5. Conclusiones

El estudio realizado en una comunidad rural de Yucatán muestra cómo el PC puede ser utilizado eficazmente mediante actividades desenchufadas. Este enfoque resulta relevante en contextos donde el acceso a tecnologías avanzadas es limitado, mostrando así que es posible desarrollar habilidades computacionales sin necesidad de recursos tecnológicos sofisticados y costosos, tal como señalan Bell et al. (2008).

En este sentido, los resultados cualitativos que fueron obtenidos a través de observaciones, entrevistas con docentes y testimonios de los estudiantes, proporcionaron un contexto más profundo y detallado sobre el impacto del taller. Cualitativamente, los docentes reportaron que las actividades fueron bien recibidas y útiles para abordar conceptos matemáticos y de secuencias en sus clases. Además, algunos estudiantes encontraron aplicaciones prácticas para las habilidades adquiridas, como la comercialización de pulseras elaboradas durante el taller.

Por otro lado, los resultados cuantitativos muestran una ligera mejoría en el desempeño académico de los estudiantes, reflejada en el incremento de respuestas correctas en el test de Bebras, antes y después de la intervención. La media de respuestas correctas pasó de 3.2 a 3.7, y la desviación estándar aumentó de 1.5 a 1.7. Sin embargo, no se observó un progreso significativo en la creación de algoritmos. El promedio de calificaciones del grupo se mantuvo estable, lo que conduce a considerar necesario realizar más actividades y analizar nuevamente los resultados.

En conjunto, ambos resultados del estudio, cuantitativos y cualitativos, indican que el taller de PCD tuvo un impacto positivo en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales en los estudiantes. Aunque los incrementos fueron modestos, la recepción positiva de las actividades y la integración de los conceptos en otras áreas del currículo escolar sugieren un potencial significativo para expandir y mejorar el programa en el futuro.

Otro resultado interesante es la verificación de la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (Altan et al., 2001), al observar

que algunos participantes tuvieron dificultades para realizar ciertas actividades manuales, o seguir una secuencia para lograr descifrar la figura, pero tenían mayor facilidad para descifrar el mensaje secreto o convertir números a binario, lo cual invita a considerar una mayor variedad de actividades que atiendan a la diversidad de inteligencias en los participantes.

Ahora, el reto consiste en incrementar el desarrollo del PC, lo cual permita mejorar diversas habilidades relacionadas que permitan a la población participante mejorar sus condiciones de vida, particularmente en torno a la calidad de la educación. Para lograr lo anterior, se visualiza la necesidad de enfrentar posibles situaciones como la falta de conocimientos del uso de las tecnologías, el rezago escolar, la resistencia de los docentes, la falta de equipos tecnológicos, entre otros. Entonces, ante la necesidad de capacitar a los docentes en estas metodologías para asegurar la continuidad y efectividad del proyecto, ya se contempla en la segunda etapa la habilitación docente mediante sesiones similares a las que se impartieron a los estudiantes.

El proyecto social que enmarca este estudio muestra la viabilidad de implementar programas educativos de PC en comunidades con recursos tecnológicos limitados. Las actividades desenchufadas pueden ser una alternativa efectiva para enseñar conceptos de STEM sin depender de la tecnología digital, lo que es especialmente relevante en áreas rurales donde el acceso a Internet y computadoras es limitado (Iglesias y Bordignon, 2021). A través de actividades desenchufadas de pensamiento computacional, se promovió el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad, habilidades esenciales para el desempeño académico y social. Aunque el incremento en las habilidades de pensamiento computacional fue mínimo, los estudiantes mostraron un mayor entusiasmo por aprender y aplicar conceptos de STEM, lo que es crucial para cerrar la brecha educativa en regiones marginadas.

Cabe mencionar que este proyecto contribuye directamente al cuarto ODS, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Al mejorar la calidad de la educación en una comunidad marginada, se avanza hacia la reducción de desigualdades (ODS 10) y se fomenta el desarrollo sostenible a través de la educación de calidad (ODS 4). Las actividades implementadas también promueven el

desarrollo de competencias clave para el siglo XXI, alineándose con los objetivos de la Agenda 2030 y la Agenda 2040 en Yucatán (Comisión Económica para América Latina (CEPAL), 2020).

Como trabajo futuro, se propone ampliar el alcance del proyecto a más comunidades rurales y realizar un seguimiento a largo plazo del desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes. Además, sería beneficioso incorporar una mayor variedad de actividades y metodologías para obtener resultados más variados y significativos para estos contextos, tales como el método fenomenológico (Salazar Benavides, 2023). La capacitación continua de los docentes y la integración de estas actividades en el currículo escolar formal son esenciales para garantizar la sostenibilidad y el impacto duradero del proyecto, el cual continúa en desarrollo y se encuentra en la etapa de capacitación a los docentes de tal forma que la escuela pueda prescindir del equipo proponente y dar continuidad a estas actividades, si así lo desea.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Kellogg, a los académicos y estudiantes de la escuela Secundaria que colabora con el proyecto, a la Facultad de Matemáticas y la Unidad de Proyectos Sociales de la Universidad Autónoma de Yucatán, por el financiamiento y las facilidades para la implementación del proyecto con registro SISTPROY FMAT-2022-0023 del cual se desprende este trabajo.

Referencias

- AiraTran. (2015, junio 16). *5 Fácil Rainbow Loom pulsera diseños sin Loom | Pulseras de la goma—YouTube* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cAGomBmOQsU>
- Altan, M. Z., Gardner, H., y Altan, M. Z. (2001). Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century. *TESOL Quarterly*, 35(1), 204. <https://doi.org/10.2307/3587873>
- Balmaceda, C. (2018, julio 27). *Representación codificada de imágenes: Coloreamos con números – Entramar – Tecnología Educativa Digital*. <https://www.entramar.mvl.edu.ar/representacion-codificada-de-imagenes-coloreamos-con-numeros/>
- Barajas, L. (2024). *Pinterest* [Red social]. Educación infantil. <https://www.pinterest.com.mx/pin/8444493674060071/>
- Bell, T., Witten, H., y Fellows, M. (2008). *Computer Science Unplugged: Un programa de extensión para niños de escuela primaria*. <https://classic.csunplugged.org/documents/books/spanish/unpluggedTeachersDec2008-Spanish-master-ar-12182008.pdf>
- Casanova Estrada, L. O. (2021). *Desarrollo de Pensamiento Computacional: Una perspectiva taxonómica* [Tesis de maestría, Tecnológico de Monterrey]. <https://hdl.handle.net/11285/642806>
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL). (2020). *Acerca de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible | CEPAL* [Informativa]. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/acerca-la-agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Computer Science Education Research Group. (2022). *Csunplugged.org* [Educational Web Site]. Universidad de Canterbury. <https://www.csunplugged.org/>
- Corrales-Álvarez, M., Ocampo, L. M., y Cardona Torres, S. A. (2024). Instrumentos de evaluación del pensamiento computacional: Una revisión sistemática. *TecnoLógicas*, 27(59), e2950. <https://doi.org/10.22430/22565337.2950>
- Iglesias, A., y Bordignon, F. (2021). Taxonomía de actividades desconectadas para el desarrollo de pensamiento computacional. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 12(22), 119-135.
- León Castillo, E. (2023). Estrategias Educativas para la Enseñanza del Pensamiento Computacional: Una Revisión Sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 7942-7961. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7544
- Melián León, D. A. (2020). *Pensamiento Computacional: Sistema de monitorización de actividades desenchufadas* [Trabajo de fin de grado, Universidad de la Laguna]. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/21329/Pensamiento%20Computacional%20Sistema%20de%20monitorizacion%20de%20actividades%20desenchufadas.pdf?sequence=1>

- Mujica de Staszewitch, L. (2021). Evaluación del desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de educación primaria y media general [Computational thinking in elementary and middle school students computational thinking in elementary and middle school students]. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 7(13), 35-56.
- Papert, S. (1980). «*Mindstorms*» *Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books. <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/mindstorms.pdf>
- Parra-Vallejo, M. J. (2022). Aplicación de las TIC, b-Learning y Pensamiento Computacional para el Fortalecimiento de las Competencias Matemáticas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(2), 29-41.
- Polanco Padrón, N., Ferrer Planchart, S., y Fernández Reina, M. (2020). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>
- Quiroz-Vallejo, D. A., Carmona-Mesa, J. A., Castrillón-Yepes, A., y Villa-Ochoa, J. A. (2021). *Integración del Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: Una revisión sistemática de literatura*. 21(68), 1-33.
- Rojas-López, A., y García-Peñalvo, F. J. (2020). Evaluación del pensamiento computacional para el aprendizaje de programación de computadoras en educación superior: Assessment of computational thinking skills to predict student learning and retention in the subject programming computer in higher education. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.409991>
- Rondón Barragán, G. A. (2020). *Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del Colegio Facundo Navas Mantilla* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/11689>
- Salazar Benavides, J. A. (2023). Pensamiento computacional y dispositivos tecnológicos en la educación rural ¿estudiantes conectados o desconectados en ruralidad? Municipio de pasto, departamento de Nariño, república de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1258-1272. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5394
- Stepanova, I. (s. f.). *Pinterest* [Red social]. Pinterest. <https://www.pinterest.com.mx/pin/4574037110260420/>
- unComo. (2014, marzo 25). *Pulseras de gomitas cola de pez* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/qFx36eL204w?si=00J73smpoGqZo2Ci>

- Universidad Pedagógica Nacional. (2020). Educación Técnica • 1º, 2º y 3º Año Taller Abstracción «En la búsqueda de lo importante». Parte 1. En *Resolución de Problemas con Apoyo del Pensamiento Computacional: Vol. Séptima entrega*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. <https://continuemosestudiando.abc.gob.ar/wp-content/uploads/2020/09/cuadernillo-de-actividades-7ma-entrega-educacion-tecnica-continuemos-estudiando.pdf>
- Vásquez Acevedo, H. M., Licona Suarez, L. J., y Felizzola Medina, L. D. (2023). Pensamiento Computacional: Una competencia del siglo XXI Revisión sistemática en Scopus. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(9), 1-16. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i9.090>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 29. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18