



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**Influencia de las actividades desconectadas en la mejora del
pensamiento computacional en estudiantes de tercer año de
bachillerato**

TÍTULO: MAGISTER EN EDUCACIÓN, MENCIÓN GESTIÓN
DEL APRENDIZAJE MEDIADO POR TICS.

AUTOR: Paúl Nicolai Martínez Luzuriaga.

DIRECTOR: María Inés Acosta Urigüen.

Cuenca, Ecuador 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, que ha sido siempre mi guía y fortaleza frente a las adversidades.

A mis padres Mario y Ermita quienes han sido mi más grande apoyo en el transcurso de esta aventura. Con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más.

A mis hermanas por su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Agradecimientos

Agradezco a los docentes del programa de Maestría en Educación, Mención Gestión del Aprendizaje mediado por TICS, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación. De manera especial a la MgT. María Inés Acosta, tutora del presente trabajo de investigación, quien me ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente.

Agradezco al PhD. Marcos Román Gonzalez, docente de la Universidad de Educación a Distancia (UNED) de España; autor del Test de Pensamiento Computacional (TPC); por haber autorizado el uso de este instrumento para evaluar el nivel de Pensamiento Computacional en el presente trabajo de investigación

Resumen

El pensamiento computacional, fomenta el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas apoyado en conceptos fundamentales de la informática. Distintos estudios presentes en la literatura demostraron la factibilidad de incrementar el nivel de esta habilidad en los estudiantes, bajo distintos enfoques. En este estudio se buscó determinar si las actividades desconectadas permiten la mejora de esta habilidad en los estudiantes de tercero de bachillerato. Se utilizaron instrumentos de medición, validados por expertos. Una vez finalizado el experimento, se determinó que la inclusión de actividades desconectadas influyó positivamente en el nivel de pensamiento computacional de los participantes.

Palabras clave: pensamiento computacional, actividades desconectadas, bachillerato.

Abstract

Computational thinking promotes the development of problem-solving skills supported by fundamental concepts of computer science. Different studies in the literature have shown the feasibility of increasing this ability in students under different approaches. In this study, we sought to determine if disconnected activities allow for the improvement of this ability in third-year high school students. Measurement instruments validated by experts were used. Once the experiment was completed, it was determined that the inclusion of unplugged activities positively influenced the participants' computational thinking levels.

Keywords: computational thinking, unplugged activities, high school

Translated by:



Firmado electrónicamente por:
PAUL NICOLAI
MARTINEZ
LUZURIAGA

Paul Martínez



ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Abstract	iii
Keywords	iii
INTRODUCCIÓN	vi
Problemática	1
Pregunta de investigación	1
Objetivos	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	1
MARCO TEÓRICO	2
El pensamiento computacional	2
Habilidades del pensamiento computacional	2
Descomposición de problemas	2
Identificación de patrones	2
Abstracción	3
Pensamiento algorítmico	3
Dimensiones del pensamiento computacional	3
Direccionalidad	3
Lazos	3
Condicionales	3
Funciones	3
Medición del nivel del pensamiento computacional	4
Enfoques para la enseñanza del pensamiento computacional	5
Enfoques conectados	5
Enfoques desconectados	5
ESTADO DEL ARTE	6
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Participantes	8
Instrumentos	8
Instrumento empleado para evaluar el nivel de PC	8
Recursos empleados para motivar el desarrollo del PC	9
Procedimiento	9
RESULTADOS	11

Nivel de desarrollo de Pensamiento Computacional	11
Grupo de Control	11
Grupo Experimental	13
Nivel de desarrollo con referencia al concepto computacional abordado	15
Grupo de Control	15
Grupo Experimental	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resultados de pretest y postest de desempeño del grupo de control	11
Figura 2 Gráficos de caja y bigotes acerca de desempeño alcanzado por el grupo de control.....	12
Figura 3 Resultados de aplicación de prueba T en el desempeño del grupo de control	13
Figura 4 Resultados de pretest y postest de desempeño del grupo de control	13
Figura 5 Gráficos de caja y bigotes acerca de desempeño alcanzado por el grupo experimental.....	14
Figura 6 Resultados de aplicación de prueba T en el desempeño del grupo experimental.....	15
Figura 7 Gráfico de telaraña que representa el desempeño del grupo experimental frente a los conceptos abordados.....	15
Figura 8 Gráfico de telaraña que representa el desempeño del grupo de control frente a los conceptos abordados.	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra	8
Tabla 2 Relación de las preguntas con respecto al concepto abordado	9

INTRODUCCIÓN

Problemática

En la actualidad, las habilidades relacionadas con el pensamiento computacional (PC, de ahora en adelante) se vuelven cada vez más necesarias para el desarrollo como individuos en la sociedad del siglo XXI (Quiroz-Vallejo et al., 2021). Algunos países en Latinoamérica, han efectuado adaptaciones curriculares para posibilitar su inclusión en los currículos educativos a nivel nacional (Pérez Narváez et al., 2019). Dentro de nuestro país, se planteó la Agenda Educativa Digital para el período 2017-2021 del MINEDUC. En la misma, se manifestó la intención de incluir dentro del currículo del Sistema Educativo Nacional una asignatura denominada “Ciencias de la Computación”. Se pretendía que la misma logre promover el desarrollo de PC (MINEDUC, 2017), sin embargo al efectuar una revisión de la documentación existente no se hace evidente dicha incorporación.

Pregunta de investigación

Por todo lo mencionado, se plantea como pregunta de investigación, ¿las actividades desconectadas permiten la mejora del nivel de las habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes del Tercer Año de Bachillerato?

Objetivos

Objetivo general

Identificar el grado de influencia de las actividades desconectadas en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes de tercer año de bachillerato de la especialidad de Mecatrónica del Colegio de Bachillerato Ricaurte.

Objetivos específicos

- Identificar el estado del arte del desarrollo de pensamiento computacional aplicando actividades desconectadas.
- Determinar los instrumentos más adecuados para efectuar la medición del nivel de pensamiento computacional.
- Evaluar las habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes de tercer año de bachillerato de la especialidad de Mecatrónica del Colegio de Bachillerato Ricaurte.

MARCO TEÓRICO

El pensamiento computacional

El pensamiento computacional, PC de ahora en adelante se puede definir como la habilidad de pensar como un informático a la hora de resolver problemas, diseñar sistemas e inclusive para facilitar la comprensión del comportamiento humano (Wing, 2006). Otros autores, como Aho (2012) lo han conceptualizado como los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas, de tal modo que la resolución de los mismos puedan ser representadas como pasos computacionales y algoritmos. Por otra parte Ángel-Díaz et al. (2020) enuncia que el PC es la habilidad de una persona de resolver un problema basándose en el uso de habilidades relacionadas con las ciencias de la computación.

No obstante, las habilidades que se busca desarrollar por medio de este; no son útiles solamente para las personas que trabajan en el área de la tecnología, sino para todas las personas. Además, este es un enfoque intuitivo de abordar distintos métodos de aprendizaje (Pérez Narváez et al., 2020). Por tal motivo, es de gran utilidad que todos podamos aprender y usar las habilidades que componen el PC.

Dentro de la literatura, se puede encontrar una variedad de definiciones acerca del PC (Wing, 2006; Román-Gonzalez, 2015; Zapata-Ros, 2019). A pesar de que dichas definiciones se refieren al mismo tema en particular; se puede observar que las mismas difieren en cuanto a la caracterización de este. Por tal motivo podemos encontrar disparidades en las conceptualizaciones de las habilidades que fomenta y las dimensiones que comprende.

Habilidades del pensamiento computacional

Dentro de las técnicas que se relacionan con el PC, se tiene: reflexión, codificación, diseño, análisis y aplicación; los cuales se desprenden de los principales componentes del PC, tales como: pensamiento algorítmico, descomposición de problemas, abstracción y evaluación (Montes-León et al., 2020). A continuación, se realiza una breve descripción de dichos componentes:

Descomposición de problemas

Se trata de tomar un problema original generalmente complejo y dividirlo en subproblemas más manejables y sencillos de resolver (Caeli y Yadav, 2020; Catlin y Woollard, 2014). De esta manera, una vez solucionados todos los subproblemas se obtendrá la solución al problema original.

Identificación de patrones

Esta habilidad se trata del reconocimiento de similitudes entre los distintos problemas y/o subproblemas. Se busca encontrar características que permitan comparar, clasificar o incluso reconstruir un determinado problema o subproblema

(Zapotecatl López, 2018). Así, en aquellos que se identifique un cierto grado de semejanza pueden ser solucionados de la misma manera.

Abstracción

Hace referencia al nivel de detalle con el que se aborda determinado problema o subproblema. Es decir, la forma en la que se realiza el análisis de propiedades de estos, de modo que se pueda discriminar la información importante y necesaria de aquella que no lo es. En consecuencia, se puede eliminar aquella información irrelevante y conservar aquella que es más importante (Marañón Marañón y González-García, 2021).

Pensamiento algorítmico

Esta habilidad se relaciona con la capacidad de definir una serie de pasos ordenados para lograr la resolución de un determinado problema. La definición de los pasos debe realizarse de la forma más genérica y clara posible (Huerta Jiménez y Albo Velázquez, 2021). Así, se puede resolver de forma similar los nuevos problemas que tengan determinado grado de similitud con aquellos resueltos previamente.

Dimensiones del pensamiento computacional

Dentro de la literatura disponible se plantean las dimensiones del pensamiento computacional en base a distintas clasificaciones, las cuales dependen de la conceptualización definida por su correspondiente autor. En nuestro trabajo, abordaremos el enfoque de Román-Gonzalez, (2015) ya que según el mismo se ha planteado y validado un Test de Pensamiento Computacional "TPC". Esta prueba plantea las siguientes dimensiones:

Direccionalidad.

Esta dimensión se conceptualiza como la capacidad de definir y ejecutar una secuencia ordenada de instrucciones.

Lazos.

Se refiere a la capacidad de repetir una misma secuencia, un número determinado de veces.

Condicionales.

Corresponde a la capacidad de tomar decisiones y seguir determinados cursos de acción en base a distintos estados o situaciones.

Funciones.

Capacidad de descomponer procesos complejos en secciones más pequeñas y fáciles de resolver; de modo que el conjunto de estas secciones se resuelve de forma más sencilla y por ende se resuelve más rápidamente el proceso principal.

Medición del nivel del pensamiento computacional

Dentro de la literatura no existe un estándar ampliamente aceptado para la medición del PC (Korkmaz y Bai, 2019); sin embargo existen algunas herramientas, instrumentos y planteamientos a tomar en consideración. Por parte de instituciones tales como la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE, por su nombre en inglés *International Society for Technology in Education*) y la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA, por su nombre en inglés *Computer Science Teachers Association*) se han establecido criterios de distintos niveles que los estudiantes deberían alcanzar en base a sus edades y niveles de formación.

Existen distintos métodos de evaluación para determinar el nivel de PC, entre los cuales destacan: evaluaciones subjetivas y análisis de producción. La primera de ellas se fundamenta en la utilización de determinadas preguntas o problemas para evaluar el nivel de PC en los estudiantes en momentos determinados del proceso de aprendizaje. Esta conlleva un proceso de diseño de prueba que requiere dominio de criterios teóricos o de evaluación (Korkmaz y Bai, 2019). Por otra parte, el segundo se fundamenta en el análisis del desempeño de los estudiantes en distintos ámbitos de su producción y posteriormente determinar el nivel de mejora en diferentes aspectos, para lo cual se requiere una herramienta específica de análisis (Román-González et al., 2017).

Dentro de las distintas iniciativas existentes para incentivar el desarrollo del PC, se puede considerar el Concurso Internacional Bebras, que busca promover el interés de los en el campo de las ciencias de la computación desde un enfoque de pensamiento computacional (Román-González et al., 2017). Este concurso se caracteriza por presentar una serie de desafíos que requieren la aplicación de PC, que pueden ser resueltos por individuos sin experiencia alguna en programación y sin necesidad de emplear hardware ni software específico. Sin embargo, este concurso no puede constituirse en sí mismo como un instrumento de medición del nivel de PC. Por tal motivo, se considerará como una herramienta para el desarrollo de este.

Dentro de la literatura revisada, se ha determinado la existencia de un instrumento debidamente validado, denominado Test de Pensamiento Computacional (TPC) y formulado por Román-Gonzalez, (2015); mismo que por medio de 28 preguntas busca determinar el nivel de PC en los estudiantes. Dicho instrumento ha sido validado en base al Método Delphi (juicio de expertos) por 20 expertos en informática (Garay y Quintana, 2021). Según sus autores, este instrumento puede emplearse en ejercicios de medición de pre-test del nivel de PC en los estudiantes y evaluación de programas que busquen el desarrollo de este.

Enfoques para la enseñanza del pensamiento computacional

Enfoques conectados

Las propuestas basadas en este enfoque se caracterizan por la necesidad de emplear equipos informáticos (computadoras, ordenadores portátiles, tabletas) y recursos de conectividad a internet (Gurises Unidos et al., 2017). Las actividades son orientadas principalmente a la resolución de problemas de programación mediante entornos gráficos tales como *Scratch* u otros tipos de interfaces visuales que facilitan la programación.

Enfoques desconectados

El PC desconectado o desenchufado, conocido también como *Computational Thinking Unplugged*, se refiere a un diseño educativo compuesto por un conjunto de actividades que buscan fomentar y potenciar el desarrollo del pensamiento computacional, sin el uso de un computador (Zapata-Ros, 2019). Por otra parte, en el trabajo de Bell et al. (2009) se conceptualiza este tipo de actividades como proyectos prácticos que; sin el uso de una computadora permiten a los estudiantes comprender de mejor manera el cómo programar. Se plantea que estas actividades sean abordadas en las primeras etapas de desarrollo cognitivo, con la finalidad de preparar a los niños para el desarrollo de competencias claves de comprensión y representación de los objetos de conocimiento. El principal propósito es que estas competencias puedan ser activadas en casos de resolución de problemas.

Bajo este enfoque no se requiere el uso de equipos tecnológicos, sino que más bien se desarrollan actividades con fichas de trabajo, juegos de patio y/o de salón, juguetes mecánicos, lápices de colores, entre otros (Valverde-Berrocoso et al., 2015). Se busca que estas actividades incrementen el interés, la curiosidad y motivación en los participantes (Tonbuloğlu y Tonbuloğlu, 2019). Además, para su implementación no se requiere equipamiento costoso; y se puede prescindir de los componentes tecnológicos como pilares en la resolución de problemas o en la búsqueda de vías para la resolución de los mismos (Álvarez-Herrero, 2020).

ESTADO DEL ARTE

Algunos estudios dentro de la literatura han encontrado que el desarrollo del PC, posibilita la ampliación de las facultades de las personas en niveles insospechados (Balladares Burgos et al., 2016). El desarrollo de estas habilidades no solamente genera efectos sobre los procesos cognitivos presentes en la resolución de problemas, sino que también facilita el aprendizaje acerca del uso de las TIC, y potencia habilidades tales como: detección de patrones, pensamiento crítico, entre otras que son útiles en distintas asignaturas tales como: historia, cultura y música (López-Iñesta et al., 2019).

El PC, actualmente no solo está ligado a las habilidades básicas para desarrollarnos en la sociedad moderna, sino que también puede ser una preparación para la investigación básica y para la metodología de investigación (Zapata-Ros, 2020). Incluso, la habilidad de PC puede considerarse como básica, al mismo nivel de la lectura y escritura en la sociedad moderna del siglo XXI (Korkmaz y Bai, 2019; Tonbuloğlu y Tonbuloğlu, 2019). Entre las alternativas para facilitar la enseñanza del PC, tenemos métodos: “conectados” y “desconectados” (Gurises Unidos et al., 2017). La principal desventaja de los métodos “conectados” es que requieren el uso de un equipo de computación; por otra parte, en los métodos “desconectados” se puede trabajar con un sinnúmero de alternativas que no requieren de equipos de cómputo. En este último enfoque se tienen actividades tales como: juegos mentales, resolución de desafíos, juegos de cartas, uso de lápices de colores, entre otros. Dentro de la literatura disponible se ha encontrado como alternativa atractiva la realización de actividades “desconectadas” para el desarrollo del PC (Huerta Jimenéz y Albo Velázquez, 2021), sobretodo en entornos en los cuales no se cuenta con los recursos necesarios: equipos tecnológicos, acceso a internet o incluso energía eléctrica (Brackmann et al., 2017).

En distintos países ha venido incorporando el PC como parte de los currículos oficiales de enseñanza como medio para desarrollar las habilidades de resolución de problemas (González-González, 2019). Esta inclusión se ha venido fundamentando principalmente en dos aristas, las cuales son: a) enseñar a los estudiantes a pensar y expresarse de forma diferente, así como analizar distintos temas desde perspectivas distintas (García-Peñalvo y Mendes, 2018) y b) el impulso del crecimiento económico, por medio de la cobertura de puestos de trabajo relacionados con las TICs, así como la preparación para los empleos del mañana (Montes-León et al., 2020).

A nivel de Latinoamérica, algunos países han participado de estas iniciativas. Sin embargo, dentro de nuestro país no se poseen registros más allá de experiencias aisladas de instituciones de tercer nivel. Las mismas han emprendido proyectos involucrados con el uso de enfoques “conectados”, basados en lenguaje de programación *Scratch*, y que no evidencian directamente la intención de mejorar los niveles de PC en los participantes (Pérez Narváez et al., 2020). Otros esfuerzos, tales como el trabajo de Montes-León et al. (2020) han encontrado que metodologías basadas en el uso de actividades “desconectadas”

generan mejoría en el nivel de PC en estudiantes de bachillerato. Así mismo, en el trabajo de Tonbuloğlu y Tonbuloğlu (2019), se menciona que por medio de sesiones de trabajo de actividades desconectadas de una hora de duración, una vez a la semana durante diez semanas; puede generar un impacto positivo en el desarrollo del nivel de PC en los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

La muestra estuvo integrada por 58 sujetos de investigación pertenecientes al tercer año de Bachillerato, de la Figura Profesional de Mecatrónica del Colegio de Bachillerato Ricaurte; durante el año lectivo 2022-2023. El rango etario al cual pertenecen los mismos se encuentra en el rango entre 16 y 19 años. Los participantes fueron distribuidos en dos grupos: uno de control y uno de influencia, en base a un muestreo no probabilístico por conveniencia. A continuación, se presenta la Tabla 1 en la cual se resume el total de población, así como una clasificación por género.

Tabla 1

Muestra

Grupo	Género	Frecuencia
Experimental	Masculino	23
	Femenino	7
Control	Masculino	15
	Femenino	13

Instrumentos

Instrumento empleado para evaluar el nivel de PC.

El nivel de PC se conceptualiza como la capacidad de resolver problemas partiendo desde conceptos básicos de computación, en conjunto con la lógica de programación. Acerca de este último aspecto se encuentra la aplicación de secuencias sencillas, lazos, repeticiones, estructuras de condición, variables y funciones. El instrumento empleado para evaluar el nivel de PC en los participantes; es una contextualización del Test de Pensamiento Computacional (TPC) de Román-Gonzalez, (2015). A continuación, se presentan las principales características de este:

- **Objetivo.** - El instrumento pretende determinar el nivel de desarrollo del PC en el sujeto bajo estudio.
- **Conceptos computacionales bajo estudio.** – Dentro de este instrumento se plantea un total de 28 preguntas de opción múltiple, estructuradas con una dificultad que va de menor a mayor y se refieren por lo menos a uno de los conceptos bajo estudio, tal como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2*Relación de las preguntas con respecto al concepto abordado*

Concepto abordado	Cantidad de preguntas que lo contienen
Direccionalidad	28
Lazos	22
Condicionales	12
Funciones	4

- **Entorno utilizado.** – Las distintas preguntas del TPC son presentados en dos distintos entornos gráficos, denominados como “Laberinto” y “Lienzo”. En donde el primero de ellos presenta un entorno visual en el que un personaje debe movilizarse de un punto a otro en un entorno gráfico tipo laberinto. Por otra parte; el segundo presenta un entorno visual en blanco en el cual un determinado personaje debe movilizarse realizando una gráfica.
- **Alternativas de respuesta.** – En esta prueba se plantean dos tipos de respuesta, “visual por flechas” o “visual por bloques”; este último representa respuestas basadas en bloques de programación típicos del lenguaje *Scratch*. En contraparte, el primero representa respuestas basadas en gráficas de flechas que representan el movimiento a efectuar por el personaje en el entorno.
- **Presencia de anidación.** – La anidación puede conceptualizarse como la ejecución de lazos o condicionales en el interior de otras estructuras. En la prueba se presentan preguntas en las cuales la solución se involucra con conceptos computacionales con o sin anidamiento.
- **Tiempo máximo de realización.** – 45 minutos.

Recursos empleados para motivar el desarrollo del PC

Con la finalidad de motivar el mejoramiento del nivel de PC se organizan sesiones de trabajo de desarrollo de actividades desconectadas, para lo cual se han contextualizado una serie de actividades disponibles en la literatura, incluidas entre ellas, por ejemplo:

- Variantes de desafíos de la prueba Bebras.
- Actividades del proyecto *CS Unplugged* (por su nombre en inglés *Computational Science Unplugged*) de Bell et al. (2015)
- Actividades desconectadas de la plataforma CODE.org

Procedimiento

Se realizó un estudio del tipo cuasiexperimental bajo un diseño de pretest y postest, basado en muestreo no probabilístico por conveniencia. En el estudio, se realizó:

1. Solicitud de autorización para desarrollo del proyecto; a las autoridades máximas de la institución.
2. Socialización del proyecto de investigación: alcances y objetivos tanto a los potenciales participantes como a sus representantes legales.
3. Firma de actas de consentimiento informado, tanto por parte de los participantes como de sus respectivos representantes.
4. Conformación de grupos de control y de intervención.
5. Evaluación de pre-test a ambos grupos.
6. Intervención por medio de desarrollo actividades desconectadas para incrementar el nivel de PC (durante 10 sesiones).
7. Evaluación postest a ambos grupos.
8. Levantamiento y tabulación de información.
9. Realización de prueba estadística.
10. Discusión de resultados.

RESULTADOS

Con el propósito de determinar la existencia de similitudes o diferencias entre el grupo de control y el experimental; se realizó la comparación de los resultados obtenidos en distintas dimensiones.

Nivel de desarrollo de Pensamiento Computacional

Por medio de la especificación de cada uno de los ítems del TPC de Román-Gonzalez, (2015), se efectuó la conversión de la alternativa seleccionada por el participante hacia su correspondiente valor numérico; usando 1 punto para los aciertos y 0 puntos para las equivocaciones. De este modo, se obtuvo un resultado final sobre 28 puntos. Con la finalidad de facilitar la interpretabilidad de los resultados, los mismos fueron normalizados en una escala porcentual entre 0% y 100%.

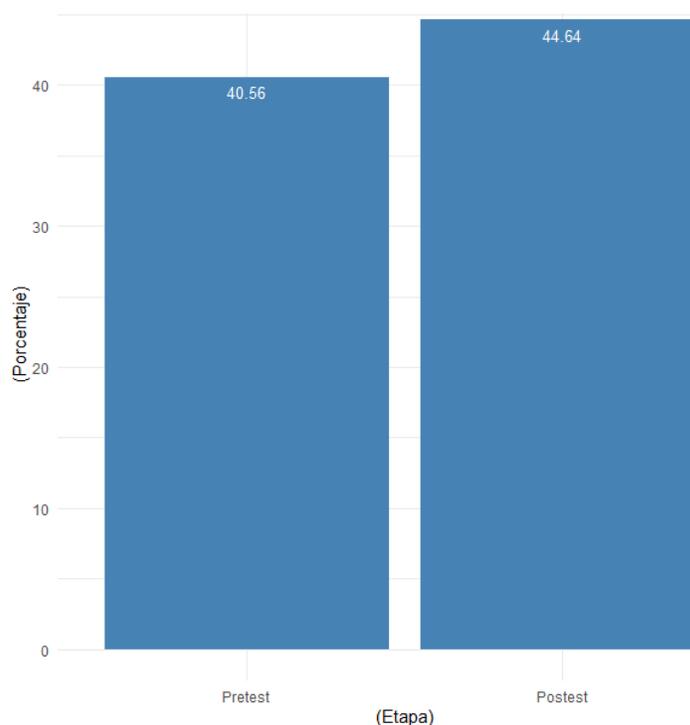
Con la finalidad de comparar el desempeño de ambos grupos, tanto en la etapa de pretest como en postest se analizaron los resultados obtenidos por los participantes.

Grupo de Control

Una vez recogidos los datos del grupo de control, se determinó los promedios de los porcentajes de éxito alcanzados; mismos que se presentan en la Figura 1. Así, se evidencia una tasa de logro del 40,56% en la etapa de pretest, mientras que en la etapa de postest se presentó un valor del 44.64%; obteniéndose así una variación de 4.08%.

Figura 1

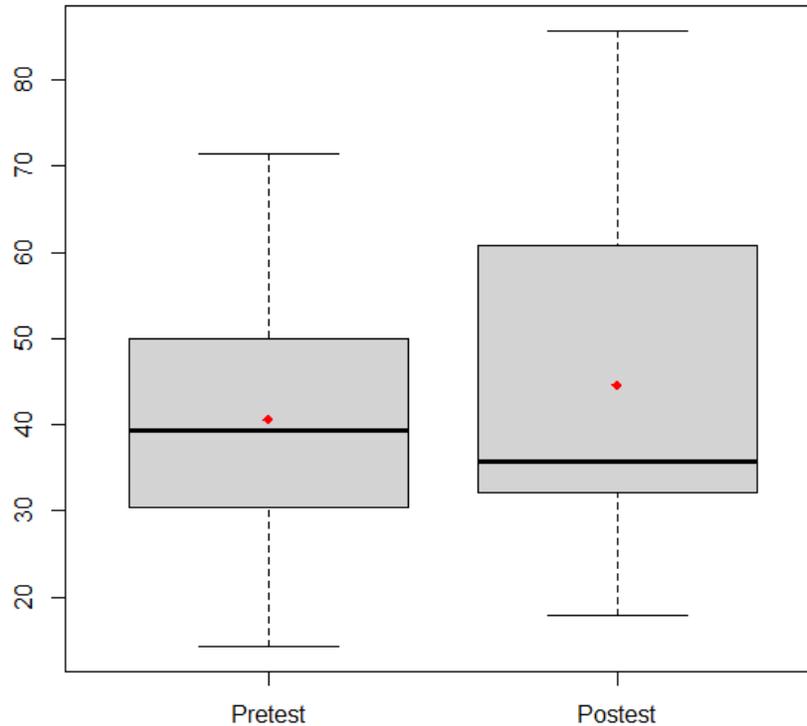
Resultados de pretest y postest de desempeño del grupo de control



En busca de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el desempeño efectuado en las distintas etapas, se procede a realizar los diagramas de caja y bigote que se presentan en la Figura 2.

Figura 2

Gráficos de caja y bigotes acerca de desempeño alcanzado por el grupo de control



Así mismo, se establece la hipótesis para este experimento:

H_0 : No existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y posttest del grupo de control

H_1 : Existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y posttest del grupo de control

Por medio del paquete de software R, se realizó una prueba T de Student para muestras emparejadas; en la cual se determinó que no existe una diferencia entre las medias de los desempeños en ambas etapas, al obtenerse un $p_{valor} = 0.3295$, el cual es claramente mayor al valor del nivel de $\alpha=0.05$, tal como se presenta en la Figura 3

Por lo tanto, se puede concluir que no hubo variación significativa entre pretest y posttest para el grupo de control.

Figura 3

Resultados de aplicación de prueba T en el desempeño del grupo de control

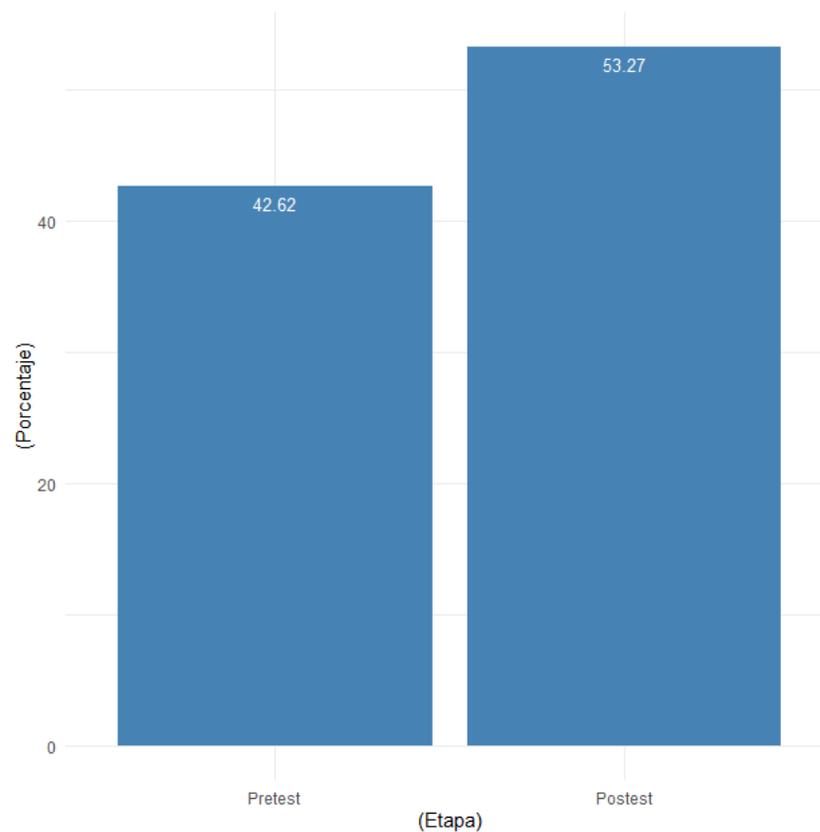
```
Paired t-test  
  
data: datosCont$antes and datosCont$despues  
t = -0.99299, df = 27, p-value = 0.3295  
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
 -12.515612  4.352347  
sample estimates:  
mean difference  
 -4.081633
```

Grupo Experimental

De forma similar, una vez que se analizaron los datos del grupo experimental, se pudo observar un porcentaje de logro del 42.62% en la etapa de pretest, mientras que en la etapa de postest se presentó una tasa de éxito del 53.27%; presentándose una variación del 10.63%, tal como se evidencia en la Figura 4

Figura 4

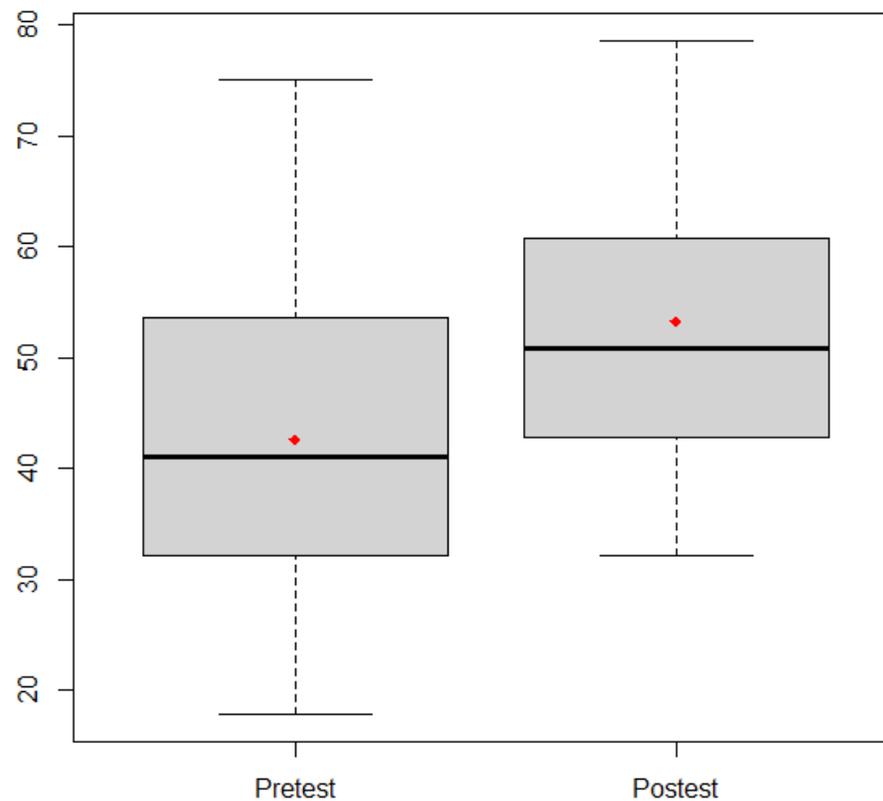
Resultados de pretest y postest de desempeño del grupo de control



Así mismo, se realiza el análisis mediante los diagramas de caja y bigote para determinar la existencia de diferencias estadísticamente relevantes, tal como se presenta en la Figura 5 .

Figura 5

Gráficos de caja y bigotes acerca de desempeño alcanzado por el grupo experimental



De esta manera, la hipótesis para este experimento se establece tal como se describe a continuación:

H0: No existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y posttest del grupo experimental.

H1: Existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y posttest del grupo experimental

Por medio de la aplicación de una prueba T para muestras relacionadas se determina que en la etapa de posttest el grupo experimental ha mejorado su desempeño, al obtener un $p_{valor} = 2.116 \times 10^{-7}$, mismo que es menor al valor del nivel de $\alpha=0.05$; tal como se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Resultados de aplicación de prueba T en el desempeño del grupo experimental

```

Paired t-test

data: datosExp$antes and datosExp$despues
t = -6.7442, df = 29, p-value = 2.116e-07
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -13.88591 -7.42361
sample estimates:
mean difference
 -10.65476

```

Nivel de desarrollo con referencia al concepto computacional abordado

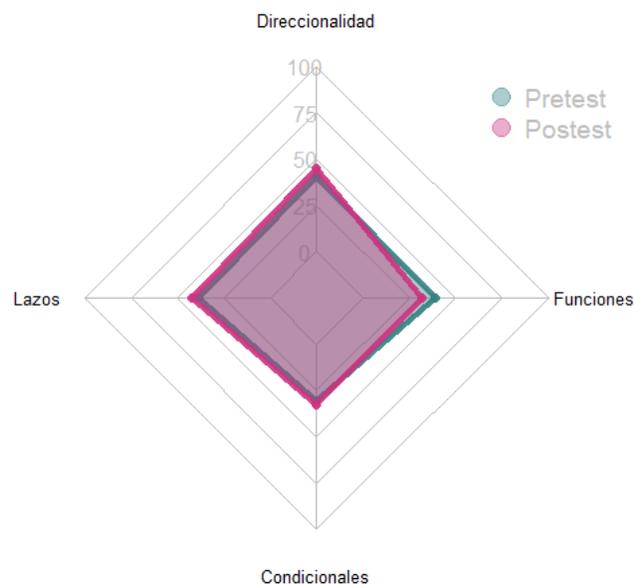
Con la finalidad de efectuar un análisis referente al desempeño alcanzado en cuanto a los conceptos computacionales abordados, se realizó la normalización en una escala entre 0% y 100% con respecto a los totales de preguntas de cada tipo, enunciados en la Tabla 2. Posteriormente se determinó la media de desempeño y se realizó una gráfica de tipo telaraña que permita presentar de forma visual las diferencias encontradas.

Grupo de Control

Al analizar el desempeño alcanzado por el grupo de control con respecto a los conceptos abordados en las distintas preguntas se observa que se registró una ligera mejoría los aspectos de: Direccionalidad, pasando del 40.56% al 44.64%, Condicionales, llegando de 30.80% a 32.44% y Lazos al pasar de 38.79% a 42.20%. Sin embargo; en lo que respecta a las funciones se detectó un detrimento, al pasar de 39.29% a 32.14%. Esta información se condensa en la Figura 7.

Figura 7

Gráfico de telaraña que representa el desempeño del grupo experimental frente a los conceptos abordados

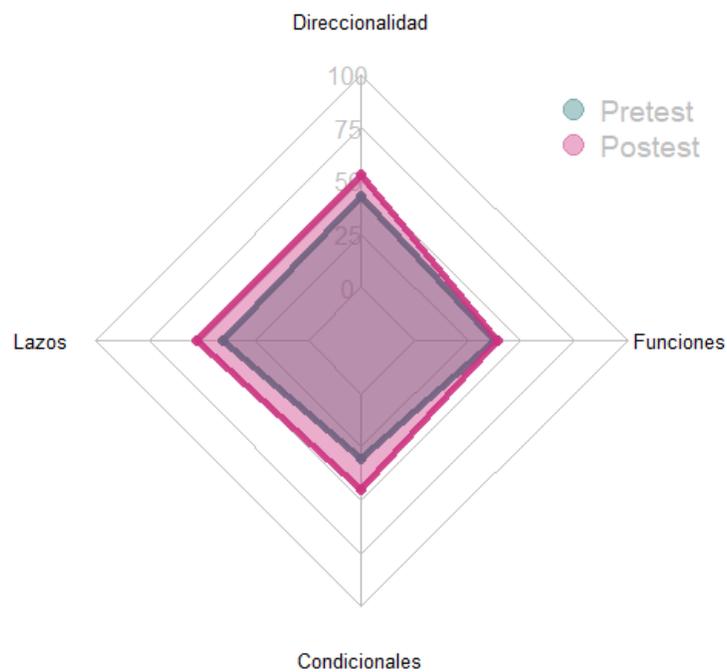


Grupo Experimental

En cuanto al desempeño alcanzado por el grupo experimental, se puede observar que al comparar las etapas de pretest y postest la mayor magnitud de mejoría se presenta en cuanto a las preguntas que involucran Condicionales al pasar de 30.55% a 44.72%. A continuación; tenemos aquellas cuestiones relacionadas con Lazos, que cambia de 40% a 52% y Direccionalidad de 43% a 53%; mientras que el desempeño en las interrogantes relacionadas a funciones se mantiene bastante similar cambiando de 37.92% a 39.17%, tal como se presenta en la Figura 8

Figura 8

Gráfico de telaraña que representa el desempeño del grupo de control frente a los conceptos abordados.



CONCLUSIONES

El Pensamiento Computacional es una habilidad transversal e indispensable en los individuos de la sociedad moderna, he aquí la importancia de promulgar su desarrollo; sobre todo en los estudiantes del sistema educativo nacional, pertenecientes a todos los niveles. Sin embargo, se ha podido constatar el descuido de este aspecto por algunos entes gubernamentales rectores de este sistema. Más aún, se torna preocupante la inexistencia de un currículo enfocado a la enseñanza de ciencias informáticas.

Así mismo; con base en la revisión bibliográfica se puede mencionar que a nivel de Latinoamérica no existen – salvo contadas excepciones – iniciativas que promuevan el desarrollo de esta habilidad; misma que es considerada primordial para el desarrollo de los individuos en la actualidad.

Por medio de la revisión de la literatura, se revisaron distintos instrumentos cuya finalidad es medir el nivel de Pensamiento Computacional. Una vez analizado el contexto sobre el cual se desarrolló el experimento se determinó que el Test de Pensamiento Computacional (TPC) de Román-Gonzalez, (2015) resultaba como el más indicado para aplicar en nuestro estudio.

Con base en los resultados obtenidos, se ha podido determinar que las actividades desconectadas han influido positivamente en el incremento del nivel de PC de los sujetos que conforman el grupo experimental; una vez finalizado el tratamiento. Por otra parte, se determinó que los participantes del grupo de control no desarrollaron avances significativos en cuanto a su desempeño.

Además, al analizar la influencia con respecto a los conceptos bajo estudio en el instrumento empleado; se ha podido determinar que el grupo experimental registra mejores desempeños luego del tratamiento; mientras que el grupo de control registra variaciones positivas muy pequeñas, e incluso registra un retroceso en lo que respecta a uno de estos conceptos.

Por lo tanto, se puede decir que la implementación de actividades que permitan el desarrollo del pensamiento computacional como recurso dentro de las clases, puede ayudar a los estudiantes a mejorar su nivel en esta habilidad y a la vez impactar positivamente en el incremento de sus conocimientos; no solo en asignaturas relacionadas a la tecnología y ciencias de la computación sino en distintos campos, tal como menciona la bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *Computer Journal*, 55(7), 833–835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Álvarez-Herrero, J. F. (2020). Computational thinking in early childhood education, beyond floor robots. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1–11. <https://doi.org/10.14201/eks.22366>
- Ángel-Díaz, C. M., Segredo, E., Arnay, R. y León, C. (2020). Simulador de Robótica Educativa para la promoción del Pensamiento Computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.410191>
- Balladares Burgos, J. A., Avilés Salvador, M. R. y Pérez Narváez, H. O. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. *Sophía*, 2(21), 143. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.06>
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I. y Grimley, M. (2009). Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers. *Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20–29. <https://doi.org/10.1145/2670473.2670512>
- Bell, T., Witten, I. H. y Fellows, M. (2015). CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students. *Computer*, 243.
- Brackmann, C. P., Moreno-León, J., Román-González, M., Casali, A., Robles, G. y Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *ACM International Conference Proceeding Series, November*, 65–72. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>
- Caeli, E. N. y Yadav, A. (2020). Unplugged Approaches to Computational Thinking: a Historical Perspective. *TechTrends*, 64(1), 29–36. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>
- Catlin, D. y Woollard, J. (2014). Educational Robots and Computational Thinking. *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, 144–151.
- Garay, I. J. S. y Quintana, M. G. B. (2021). From computational thinking to creative thinking: An analysis of their relationship in high school students. *Icono14*, 19(2), 261–287. <https://doi.org/10.7195/RI14.V19I2.1653>
- García-Peñalvo, F. J. y Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407–411.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>

- González-González, C. S. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 15. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- Gurises Unidos, Artecona, F., Bonetti, E., Darino, C., Mello, F., Rosá, M. y Scópose, M. (2017). Pensamiento Computacional: Un Aporte Para La Educación De Hoy. *Fundación Telefónica*, 1–116. <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoComputacionallustrado.pdf>
- Huerta Jimenéz, C. S. y Albo Velázquez, M. (2021). Pensamiento computacional como una habilidad genérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina*, 5(1), 1055–1078.
- Korkmaz, Ö. y Bai, X. (2019). Adapting computational thinking scale (CTS) for chinese high school students and their thinking scale skills level. *Participatory Educational Research*, 6(1), 10–26. <https://doi.org/10.17275/per.19.2.6.1>
- López-Iñesta, E., Ros-Esteve, M. y Diago, P. D. (2019). *Desarrollo de destrezas de pensamiento computacional con actividades desenchufadas para la resolución de problemas matemáticos*. *Cinaic*, 555–560. <https://doi.org/10.26754/cinaic.2019.0114>
- Marañón Marañón, Ó. y González-García, H. (2021). Una revisión narrativa sobre el pensamiento computacional en Educación Secundaria Obligatoria. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 27(27), 169–182. <https://doi.org/10.18172/con.4644>
- MINEDUC. (2017). Agenda Educativa Ecuador. En *Enfoque de la Agenda Educativa Digital* (pp. 10–47). MinEduc. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/Agenda-Educativa-Digital.pdf>
- Montes-León, H., Hijón-Neira, R., Pérez-Marín, D. y Montes-León, S. R. (2020). Improving computational thinking in secondary students with unplugged tasks. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1–12. <https://doi.org/10.14201/EKS.23002>
- Pérez Narváez, H. O., Álvarez-Zurita, A. y Guevara Herrera, C. R. (2019). Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito - Ecuador. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 48–60. <https://doi.org/10.6018/riite.394221>
- Pérez Narváez, H. O., Roig Vila, R. y Jaramillo Naranjo, L. (2020). Uso de SCRATCH en el aprendizaje de Programación en Educación Superior. *Cátedra*, 3(1), 28–45. <https://doi.org/10.29166/10.29166/catedra.v3i1.2006>
- 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. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68), 1–33. <https://doi.org/10.6018/red.485321>

Román-Gonzalez, M. (2015). Test de Pensamiento Computacional: principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems. *Perspectivas y Avances de la Investigación*, September, 279–302.
http://itunes.uned.es/000116/116_CC Sociales_juridicas/07_Perspectivas_y_avances_20150508.pdf

Román-González, M., Pérez-González, J. C. y 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>

Tonbuložlu, B. y Tonbuložlu, I. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403–426. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.19>

Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M. R. y Garrido-Arroyo, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46. <https://doi.org/10.6018/red/46/3>

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Zapata-Ros, M. (2019). Computational thinking unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20(1), 1–29. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

Zapata-Ros, M. (2020). El pensamiento computacional, una cuarta competencia clave planteada por la nueva alfabetización. En J. M. García & S. García Cabeza (Eds.), *Las tecnologías en (y para) la educación* (pp. 171–209). FLACSO Editorial.

Zapotecatl López, J. L. (2018). *Introducción al pensamiento computacional: conceptos básicos para todos*. 1–221.