

Efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje, en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en estudiantes de educación primaria.

Sebastian Antony Ramirez Torres

Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogota DC

2025

Efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje, en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en estudiantes de educación primaria.

Sebastian Antony Ramirez Torres

Director:

Dr. Nicolas Garcia

Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogota DC

2025

Agradecimientos

“A Dios, por su guía constante y por sostenerme con fortaleza y esperanza a lo largo de este proceso.

A mi padre, cuyo legado permanece vivo en cada paso que doy. De él aprendí el valor de la voluntad, la resiliencia y la confianza en mí mismo. Su fuerza y su valentía fueron y siguen siendo el ejemplo que guía mi manera de enfrentar la vida ,y, aunque ya no está físicamente con nosotros, su presencia se mantiene en la memoria y en las lecciones cotidianas que me impulsa a vivir: honrar con hechos aquello que sembró con su ejemplo.

A mi madre, pilar de nuestra familia, por su amor incondicional, sus cuidados y su entrega incansable. Gracias por creer en mí, por acompañarme con paciencia y por sostenerme incluso en los momentos de mayor dificultad. Su apoyo ha sido un refugio y una fuente permanente de motivación.

A mi hermana, Adelaida, por su respaldo firme e incondicional. Gracias por estar presente, por no dudar y por apoyarme siempre con generosidad y lealtad. Tu compañía ha sido una fuerza silenciosa pero decisiva en este camino.

A mi familia, por enseñarme el significado profundo de la lealtad, la unión y la proyección de construir algo más grande. Gracias por el apoyo, por las palabras oportunas y por recordarme que los logros cobran sentido cuando se comparten.

Al profesor Nicolás García, por su profesionalismo, su rigor y su orientación académica. Agradezco su acompañamiento y sus conocimientos, que fueron fundamentales para asumir este reto como una oportunidad real de crecimiento personal y profesional.

Finalmente, a mis familiares y amigos que ya no están, pero que dejaron en mí enseñanzas y huellas imborrables. Su ejemplo de perseverancia y su recuerdo continúan siendo inspiración y motivo para seguir adelante. A todos ellos, mi gratitud eterna.”

0'Tabla de contenido

Agradecimientos.....	3
Tabla de contenido.....	4
Lista de tablas.....	7
Lista de figuras.....	8
Introducción.....	9
1. Presentación de la investigación.....	11
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Justificación.....	15
a) Justificación pedagógica.....	15
b) Justificación teórica.....	15
c) Justificación metodológica.....	16
d) Justificación institucional.....	16
e) Justificación social.....	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
2. Estado del arte.....	18
2.1. Pensamiento computacional en la educación básica.....	18
2.2. OVA y recursos digitales para la educación.....	19
2.3. Pensamiento computacional y herramientas digitales.....	20
2.4. Sub Habilidades del pensamiento computacional: abstracción y pensamiento algorítmico....	21
2.5. Evaluación del pensamiento computacional en primaria.....	22
2.6. Recapitulación del estado del arte por tendencias y vacíos de investigación identificados...	22
3. marco teórico.....	24
3.1. Pensamiento computacional.....	25
3.2. Sub Habilidades del pensamiento computacional: abstracción y pensamiento algorítmico.....	26
3.2.1. Abstracción.....	26
3.2.2. Pensamiento algorítmico.....	26
3.2.3. Incidencia de estas subhabilidades en edades 8–10 años.....	27
3.3. Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA).....	27
3.3.1. Estructura y características de los OVA.....	28
3.3.2. OVA en educación primaria.....	28
3.3.3. OVA y pensamiento computacional.....	29
3.4. Estrategia pedagógica digital implementada en el OVA.....	29
3.4.1. Enfoque de andamiaje cognitivo progresivo.....	29
3.4.2. Activación cognitiva mediante micro-retos.....	30
3.4.3. Modelo de ejemplo.....	30
4. Descripción del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).....	31
4.1. Propósito educativo del OVA.....	31

4.2. Plataforma y estructura general del OVA.....	32
4.3. Narrativa y personajes pedagógicos.....	33
4.4. Estructura por módulos.....	34
4.4.1. Módulo 1. Exploradores de ideas (Abstracción).....	35
4.4.2. Módulo 2. Viaje por las secuencias (Pensamiento Algorítmico).....	37
4.4.3. Módulo 3. Reto Final – Misiones Computacionales.....	38
4.4.4. Diferenciación pedagógica entre versiones (GE vs. GC) y control de la intervención.....	39
4.5. Estrategia pedagógica integrada en el OVA.....	40
4.5.1. Andamiaje cognitivo progresivo.....	40
4.5.2. Activación cognitiva mediante micro-retos.....	40
4.5.3. Modelo instruccional ejemplo, práctica y aplicación.....	41
4.5.4. Representaciones visuales del pensamiento.....	41
4.6. Diferencias entre la versión experimental y la versión control del OVA.....	41
Grupo Experimental (GE).....	41
Grupo Control (GC).....	42
4.7. Relación entre el OVA y los objetivos de investigación.....	43
4.8. Coherencia con el instrumento BCTt.....	43
4.9. Acceso al Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).....	44
5. Metodología.....	45
5.1. Enfoque y tipo de investigación.....	45
5.2. Diseño de la investigación.....	45
5.3. Variables del estudio.....	46
5.3.1. Variable Independiente.....	46
5.3.2. Variables Dependientes.....	46
5.3.3. Covariable.....	47
5.4. Población y muestra.....	47
5.5. Instrumento de recolección de datos: BCTt.....	48
5.6. Procedimiento.....	49
5.6.1. Controles de fidelidad de la intervención.....	49
5.7. Hipótesis de investigación.....	51
6. Resultados.....	52
6.1. Tratamiento de los datos y las variables.....	52
6.2. Análisis de datos perdidos.....	52
6.3. Estadísticos descriptivos de la muestra.....	53
6.4. Estadísticos descriptivos del pensamiento algorítmico y la abstracción.....	54
6.5.1. Prueba de Normalidad.....	55
6.5.2. Homogeneidad de Varianzas.....	56
6.5.3. Correlación de variables.....	57
6.5.4. Análisis homogeneidad de los planos de regresión para las covariables.....	58
7. Discusión y conclusiones.....	64
7.1 Discusión.....	64

7.2 Conclusiones.....	67
8. Limitaciones y alcances.....	68
8.1 Limitaciones del estudio.....	68
8.2 Alcances y aportes del estudio.....	70
9. Fuentes bibliográficas.....	72
Anexos.....	79
Anexo 1. Consentimiento informado.....	79
Anexo 2. Cuadernillo Aplicación BCTt.....	80
Anexo 3. Acceso y verificación del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).....	83

Lista de tablas

Tabla 1 . síntesis del estado del arte.....	23
Tabla 2. Correspondencia entre los objetivos de la investigación y los elementos del OVA.....	40-41
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables de pensamiento computacional	49
Tabla 4. Estadísticos descriptivos.....	54
Tabla 5. Pruebas de normalidad.....	55
Tabla 6. Prueba de igualdad de Levene de varianzas.....	56
Tabla 8. Correlaciones de Pearson entre las puntuaciones de pensamiento computacional.....	58
Tabla 9. Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas.....	59
Tabla 8. Pruebas multivariante.....	60-61
Tabla 9. Pruebas de efectos inter-sujetos.....	62-63

Lista de figuras

Figura 1. Portada de inicio OVA. Elaboración propia.....	31
Figura 2. Interfaz OVA. Elaboración propia.....	32
Figura 3. Personajes del OVA: Alex, Luna, Robi y Zeta.....	34
Figura 4. Interfaz Módulo Pensamiento abstracto. Nota: elaboración propia.....	36
Figura 5. Interfaz Módulo Pensamiento abstracto. Nota: elaboración propia.....	38

Introducción

La transformación digital ha reconfigurado las formas de aprender, comunicarse y resolver problemas, esto ha llevado a que los sistemas educativos otorguen mayor relevancia al desarrollo de competencias cognitivas y digitales desde los primeros niveles de escolaridad. Es por esto que el pensamiento computacional se consolida como una competencia transversal que permite comprender situaciones problemáticas, representarlas de manera estructurada y diseñar soluciones mediante procesos como la abstracción, la secuenciación y la construcción de procedimientos lógicos. Más que una aproximación restringida a la programación, el pensamiento computacional se entiende como una forma de pensamiento aplicable a múltiples áreas del currículo, con potencial para fortalecer habilidades como el razonamiento, la creatividad y la toma de decisiones en contextos diversos.

No obstante, la incorporación del pensamiento computacional en educación primaria continúa enfrentando tensiones entre el acceso a recursos tecnológicos y la efectividad pedagógica de su uso. En particular, la disponibilidad de plataformas, contenidos digitales u Objetos Virtuales de Aprendizaje no garantiza por sí misma el desarrollo de habilidades cognitivas complejas; dicho desarrollo depende, en gran medida, de la estrategia pedagógica que estructura la experiencia de aprendizaje y del tipo de actividades que orientan la interacción del estudiante. En este sentido, la literatura y la práctica escolar coinciden en señalar que el valor educativo de un OVA no reside únicamente en su formato digital, sino en la intencionalidad didáctica con la que se diseña, implementa y acompaña.

A partir de esta problemática, la presente investigación analiza el efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual

de Aprendizaje, sobre dos sub habilidades específicas: pensamiento algorítmico y abstracción. El estudio se desarrolló en la Institución Educativa Isla del Sol IED (Bogotá D.C.) con una muestra de 70 estudiantes de cuarto de primaria, con edades entre 8 y 10 años, organizados en grupos naturales equivalentes (35 en grupo experimental y 35 en grupo control).

En coherencia con el enfoque del proyecto, el OVA se concibió como un medio para vehicular una estrategia pedagógica digital y no como un fin en sí mismo, de modo que el análisis se centra en la incidencia de dicha estrategia en el desempeño de los estudiante

Para la intervención se diseñó el OVA “Aventuras Digitales: Aprendiendo Pensamiento Computacional”, implementado en un entorno interactivo (Genially) y distribuido mediante Moodle, incorporando actividades secuenciales, micro-retos, representaciones visuales y apoyos graduados orientados al trabajo sistemático de las sub habilidades seleccionadas.

El diseño metodológico adopta un enfoque cuasi experimental de pretest y postest, utilizando el Beginners Computational Thinking Test (BCTt) como herramienta de evaluación. La intervención se desarrolló en tres sesiones (una por semana) con una duración de entre 45 a 60 minutos, y el análisis estadístico se realizó mediante MANCOVA para controlar las diferencias iniciales a partir de la covariable del pretest.

Los resultados muestran que la estrategia pedagógica digital implementada mediante el OVA se asocia a mejoras significativas en el desempeño del grupo experimental, con un efecto multivariado estadísticamente significativo alto sobre el conjunto de habilidades evaluadas. En particular, se identificaron diferencias a favor del grupo experimental tanto en pensamiento algorítmico como en abstracción, lo que respalda empíricamente la estructura de experiencias digitales con intencionalidad didáctica explícita, más allá de la sola exposición a contenidos.

Los aportes de este estudio contribuyen a la discusión sobre el pensamiento computacional en primaria desde tres perspectivas complementarias. para el análisis pedagógico, ofrece evidencia de que una estrategia digital diseñada con actividades específicas y progresivas puede favorecer subhabilidades concretas del pensamiento computacional. para la metodología, fortalece la evaluación de intervenciones digitales mediante un diseño con medición pre,post y control estadístico del nivel inicial. Los hallazgos constituyen un insumo para orientar decisiones sobre integración de TIC, diseño de recursos y planificación de experiencias que incentiven procesos cognitivos en educación básica.

El documento se estructura en nueve capítulos. En el primero presenta la investigación con el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos. El segundo desarrolla el estado del arte. El tercero expone el marco teórico que sustenta el pensamiento computacional y sus sub habilidades, así como los fundamentos pedagógicos de la estrategia. El cuarto describe el OVA y la estrategia implementada. El quinto presenta la metodología, el diseño, los participantes, el instrumento y el procedimiento. El sexto reporta los resultados del análisis estadístico. El séptimo discute los hallazgos y plantea las conclusiones. El octavo expone limitaciones, alcances y aportes. El noveno recopila las fuentes bibliográficas, y finalmente se incluyen los anexos con los soportes del estudio.

1. Presentación de la investigación

En la actualidad, el desarrollo de habilidades digitales se ha convertido en un eje fundamental para la formación integral de los estudiantes de educación básica, dado el papel central que las tecnologías de la información desempeñan en nuestra sociedad. Entre estas habilidades, el **pensamiento computacional** (PC) destaca como una competencia transversal que permite comprender y resolver problemas de manera estructurada mediante procesos de análisis, abstracción, secuenciación y construcción de soluciones lógicas (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013). Diversas investigaciones han evidenciado que introducir el pensamiento computacional desde edades tempranas favorece el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la alfabetización digital (Londoño Cardona, 2024; Caballero-González & García-Valcárcel, 2020).

A pesar de sus beneficios, la integración pedagógica del pensamiento computacional en educación primaria continúa presentando desafíos, especialmente cuando se trata de desarrollar sub habilidades específicas como la **abstracción** y el **pensamiento algorítmico**. La mayoría de las experiencias educativas se enfocan en herramientas tecnológicas, pero no en estrategias didácticas específicamente diseñadas para promover estas habilidades. Esto genera un desfase entre el acceso a recursos tecnológicos y su impacto real en los procesos cognitivos del estudiante. Los Objetos Virtuales de Aprendizaje deben ser diseñados considerando las características de los estudiantes y las metas formativas, así como acompañados por la supervisión docente, ya que solo así pueden promover adecuadamente procesos metacognitivos durante el aprendizaje (Moreira-Choez, Mera-Plaza & Vera-Anzules, 2021).

En este contexto surge la presente investigación, orientada a evaluar los efectos de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), en estudiantes de los grados cuarto de la Institución Educativa Isla del Sol, ubicada en Bogotá DC. El estudio se desarrolla bajo un diseño cuasiexperimental y emplea el instrumento Beginners Computational Thinking Test (BCTt) como herramienta de evaluación pretest y postest.

La propuesta se centra en medir el efecto de dicha estrategia sobre dos sub habilidades fundamentales, la abstracción y el pensamiento algorítmico.

1.1. Planteamiento del problema

La transformación digital en los entornos educativos ha impulsado la necesidad de fortalecer competencias cognitivas relacionadas con el pensamiento computacional. Sin embargo, persisten desafíos importantes en su implementación pedagógica, especialmente en los primeros niveles de escolaridad. Aunque existen recursos digitales como los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), su uso no garantiza por sí mismo el desarrollo de habilidades cognitivas complejas; esto depende de la estrategia pedagógica incorporada en ellos. Los Objetos Virtuales de Aprendizaje deben ser diseñados considerando las características de los estudiantes y las metas formativas, así como acompañados por la supervisión docente, ya que solo así pueden promover adecuadamente procesos metacognitivos durante el aprendizaje (Moreira-Choez, Mera-Plaza & Vera-Anzules, 2021).

En la Institución Educativa Isla del Sol IED, se ha identificado que los estudiantes de cuarto presentan dificultades al enfrentarse a tareas que requieren:

- establecer relaciones abstractas entre elementos;
- identificar patrones relevantes dentro de una situación problemática;
- planificar una secuencia lógica de pasos para resolver un problema;
- estructurar soluciones siguiendo procesos ordenados y coherentes.

Estas dificultades reflejan carencias en dos componentes centrales del pensamiento computacional: la abstracción y el pensamiento algorítmico. A nivel institucional, aunque se dispone de herramientas tecnológicas, su uso pedagógico no está sistemáticamente orientado al desarrollo progresivo de dichas habilidades.

Por otra parte, la literatura evidencia vacíos importantes:

1. No existen suficientes estudios que evalúen estrategias pedagógicas específicas integradas en un OVA y su impacto real en subhabilidades puntuales del pensamiento computacional en primaria.
2. La mayoría de investigaciones analizan el pensamiento computacional de forma global, sin estudiar efectos diferenciados en abstracción y pensamiento algorítmico.
3. Escasean estudios cuasiexperimentales en el contexto colombiano que utilicen instrumentos validados como el BCTt.
4. La evidencia empírica sobre el diseño instruccional dentro de OVA para PC en grados 3.º y 4.º es limitada.

Por lo tanto, surge la necesidad de investigar si una estrategia digital cuidadosamente diseñada e implementada mediante un OVA puede generar un impacto significativo en el desarrollo del pensamiento computacional, específicamente en la abstracción y el pensamiento algorítmico, en los estudiantes de educación primaria.

De este análisis se deriva la pregunta central de investigación:

¿Cuál es el efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje, en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en los estudiantes de cuarto de primaria de la Institución Educativa Isla del Sol IED?

1.2. Justificación

Este estudio se presenta y se justifica desde diferentes perspectivas:

a) Justificación pedagógica

El pensamiento computacional está consolidado como una competencia fundamental en los procesos de aprendizaje del siglo XXI. El desarrollo temprano potencia habilidades como la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la capacidad de modelar situaciones complejas, estos beneficios son directos en áreas como matemáticas, ciencias y tecnología. Evaluar una estrategia digital diseñada específicamente para promover estas habilidades permitirá generar evidencia pedagógica sólida y replicable dentro de instituciones de primaria.

b) Justificación teórica

La Documentación muestra experiencias con OVA, robótica educativa y programación, pero muestran vacíos respecto al impacto pedagógico de estrategias didácticas integradas en ambientes digitales, específicamente en la abstracción y pensamiento algorítmico. Esta investigación aporta al campo un análisis de estos componentes de manera diferenciada, lo que contribuye a la comprensión teórica del pensamiento computacional en edades tempranas.

c) Justificación metodológica

Este estudio se utiliza un diseño cuasi experimental con pretest y posttest, y un instrumento validado internacionalmente (BCTt). Esto fortalece la rigurosidad metodológica y aporta evidencia cuantitativa sobre los efectos de intervenciones digitales en educación primaria.

d) Justificación institucional

La IE Isla del Sol busca fortalecer el uso pedagógico de las TIC. Los resultados de la investigación podrán orientar decisiones curriculares, la creación de nuevos recursos digitales y la integración de estrategias de pensamiento computacional en los grados de primaria.

e) Justificación social

Desarrollar habilidades de pensamiento computacional desde edades tempranas contribuye a formar ciudadanos capaces de interactuar críticamente con la tecnología, adaptarse a escenarios digitales emergentes y enfrentar retos laborales futuros.

f) Aportes científico y tecnológico de la investigación

Con el propósito de explicitar la producción de conocimiento derivada del estudio, se destacan los siguientes aportes:

1. **Aporte científico (evidencia empírica):** se aporta evidencia cuantitativa sobre el efecto de una estrategia digital mediada por OVA en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en estudiantes de educación primaria, mediante un diseño cuasiexperimental con medición pretest–postest y control estadístico del desempeño inicial.
2. **Aporte tecnológico–didáctico (diseño instruccional operacionalizable):** se propone y documenta un diseño instruccional replicable para un OVA orientado al pensamiento computacional en primaria, basado en secuenciación de actividades, micro-retos, representaciones visuales y apoyos graduados (andamiaje), que puede ser adaptado por docentes en contextos escolares similares.
3. **Aporte metodológico (evaluación de intervenciones digitales):** se fortalece la evaluación de estrategias mediadas por TIC en educación básica al articular un instrumento estandarizado (BCTt) con un análisis multivariado que permite estimar efectos sobre subhabilidades específicas del pensamiento computacional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje, en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en estudiantes de cuarto de primaria de la Institución Educativa Isla del Sol.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar una estrategia pedagógica digital orientada al desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción, integrada en un Objeto Virtual de Aprendizaje.
2. Desarrollar y documentar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que integra la estrategia pedagógica digital diseñada, describiendo su estructura instruccional y tecnológica para fortalecer el pensamiento algorítmico y la abstracción.
3. Analizar los efectos de la estrategia mediante la comparación de los resultados del pretest y posttest del BCTt entre el grupo experimental y el grupo control.

2. Estado del arte

2.1. Pensamiento computacional en la educación básica

El pensamiento computacional (PC) ha sido ampliamente reconocido como una competencia esencial para enfrentar los desafíos cognitivos y tecnológicos del siglo XXI. Su definición, inicialmente propuesta por Wing (2006), lo concibe como la capacidad de formular problemas y diseñar soluciones que puedan ser ejecutadas por humanos o computadoras. Este enfoque ha sido ampliado por Grover y Pea (2013) y organismos internacionales como ISTE y CSTA (2011), quienes destacan la importancia de desarrollar habilidades como la abstracción, la creación de algoritmos, la identificación de patrones y la evaluación de soluciones.

Investigaciones vigentes señalan que la introducción del PC en edades tempranas favorece la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la creatividad (Londoño Cardona, 2024). Estas ventajas se observan tanto en ambientes formales como en actividades lúdicas, donde la programación, la robótica y los ambientes digitales generan oportunidades para rastrear conceptos computacionales de manera significativa.

De igual manera, la revisión sistemática de Cossío Acosta (2021) muestra que las metodologías más funcionales para el desarrollo del PC en primaria incluye actividades desconectadas, herramientas digitales, ambientes gamificados, robótica educativa y lenguajes visuales de programación. Sin embargo, sobresale que la mayoría de estudios trabajan el pensamiento computacional como una habilidad global, sin profundizar en subprocesos específicos como el pensamiento algorítmico o la abstracción, lo cual representa un nicho de investigación..

2.2. OVA y recursos digitales para la educación.

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) han obtenido mayor relevancia como herramientas educativas versátiles, capaces de integrar contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización en entornos virtuales (Barragán Bohórquez & Puello Beltrán, 2008). Su aplicación ha demostrado ser eficaz para incentivar el aprendizaje autónomo, mejorar la comprensión de contenidos y favorecer la motivación en estudiantes de diferentes niveles educativos.

Saltos et al. (2021) analizaron el impacto de un OVA en la enseñanza de lengua y literatura y donde identificaron mejoras significativas en el rendimiento académico, además de un aumento en la motivación. Resultados similares fueron encontrados por Gil-Vera y Ramírez-Bermúdez (2021), quienes realizaron un análisis de sentimientos que mostró una percepción social positiva frente al uso de OVA, especialmente durante la pandemia, cuando estas estrategias se convirtieron en mediadores esenciales del aprendizaje.

Otros estudios evidencian que los OVA fortalecen la participación activa de los estudiantes, su autonomía y su interacción con contenidos digitales (Valero Vargas et al., 2021). Así mismo, Rodríguez (2021) destaca su contribución en el marco de la Educación 4.0, caracterizada por la integración de tecnologías emergentes, entornos flexibles de instrucción y aprendizajes personalizados.

Sin embargo, aunque existe evidencia sobre OVA como herramientas didácticas, es limitado el número de estudios que analizan el impacto real de la estrategia pedagógica incorporada dentro del OVA, más allá del recurso digital en sí mismo.

2.3. Pensamiento computacional y herramientas digitales

La investigación ha buscado cómo las herramientas tecnológicas programación, robótica, software educativo fortalecen el pensamiento computacional en educación primaria.

Caballero-González y García-Valcárcel (2020) mostraron que la robótica educativa mejora habilidades como la abstracción y el pensamiento algorítmico mediante experiencias concretas de manipulación y creación.

Por otra parte, estudios como los de George-Reyes et al. (2022) muestran que entornos de realidad virtual y simulación permiten a los estudiantes reconocer situaciones complejas y desarrollar habilidades asociadas al pensamiento computacional mediante actividades inmersivas.

En relación con lenguajes de programación visuales, investigaciones como las de Brennan y Resnick (2012), Esteve-González et al. (2021) y Gamito et al. (2021) han demostrado la eficacia de Scratch y ScratchJr para desarrollar conceptos computacionales desde edades tempranas.

A pesar de estos avances, múltiples estudios insisten en la falta de investigaciones que exploren los efectos de estrategias pedagógicas específicas sobre subhabilidades puntuales como la abstracción o el pensamiento algorítmico dentro de entornos digitales.

2.4. Sub Habilidades del pensamiento computacional: abstracción y pensamiento algorítmico

El pensamiento computacional incluye una serie de habilidades cognitivas entre las que destacan la abstracción, la descomposición, la identificación de patrones y el pensamiento algorítmico (Selby, 2015; Adell et al., 2019).

Abstracción

Consiste en identificar los elementos esenciales de un problema, omitiendo los detalles irrelevantes, con el fin de generar representaciones conceptuales que ayuden a comprenderlo y resolverlo.

Pensamiento algorítmico

Se refiere a la capacidad de establecer secuencias ordenadas y coherentes de acciones para alcanzar un objetivo. Implica planificación, análisis y modelación de procesos. Es clave en matemáticas y resolución de problemas cotidianos.

Aun cuando estas habilidades son centrales en el pensamiento computacional, los estudios que las analizan como variables independientes son escasos. La mayoría de investigaciones las agrupan bajo el concepto general de PC o se enfocan en la programación como actividad global, sin discriminar qué subhabilidades mejoran y en qué medida.

Esta ausencia de investigaciones diferenciales constituye un vacío teórico que justifica la importancia del presente estudio.

2.5. Evaluación del pensamiento computacional en primaria

El instrumento **Beginners Computational Thinking Test (BCTt)**, diseñado por Zapata-Cáceres, Martín-Barroso y Román-González (2020), se ha consolidado como una herramienta válida y confiable para evaluar pensamiento computacional en niños entre 5 y 12 años. El BCTt permite medir habilidades relacionadas con secuencias, bucles simples, bucles anidados, y condicionales. Este instrumento ha sido validado estadísticamente y presenta adecuados niveles de

confiabilidad, lo que lo convierte en una herramienta robusta para estudios experimentales y cuasiexperimentales. Su uso en esta investigación responde a la necesidad de contar con instrumentos específicos, objetivos y estandarizados.

2.6. Recapitulación del estado del arte por tendencias y vacíos de investigación identificados.

En la literatura revisada sobre pensamiento computacional (PC) en primaria mediado por recursos digitales, se identifican tendencias recurrentes que pueden organizarse mejor por **variables de intervención** (enfoque didáctico, tipo de mediación, habilidades evaluadas y diseño metodológico), más que por una secuencia exclusivamente centrada en autores. Esta lectura por variables permite comprender con mayor claridad qué se ha investigado, qué resultados se reportan con mayor frecuencia y dónde persisten vacíos relevantes.

En primer lugar, se observa una tendencia hacia intervenciones que combinan **aprendizaje activo y resolución de problemas** con experiencias lúdicas (p. ej., gamificación, retos, narrativas, actividades guiadas), aprovechando el potencial motivacional de entornos digitales. En segundo lugar, el uso de **recursos digitales estructurados** (OVA, secuencias tipo microcurso, plataformas interactivas y/o aplicaciones) aparece como una mediación cada vez más frecuente para organizar contenidos, actividades y retroalimentación, lo cual se alinea con los desafíos regionales de integración curricular de TIC y de fortalecimiento de la evaluación en entornos digitales.

Tabla 1 . *síntesis del estado del arte.*

Variable / eje	Tendencias identificadas	Vacíos / necesidades de investigación
Enfoque didáctico	Predominan estrategias activas: retos, aprendizaje basado en problemas, gamificación y narrativas para promover participación y motivación.	Falta mayor precisión sobre <i>cómo</i> se operacionaliza la estrategia (secuencias, tiempos, criterios, roles) para facilitar replicación y comparación entre estudios.
Mediación digital (OVA/herramientas)	Crece el uso de OVA, plataformas interactivas y aplicaciones como soporte para secuenciar contenidos, actividades y retroalimentación.	Alta heterogeneidad en componentes instruccionales (andamiaje, retroalimentación, progresión de dificultad), lo que limita atribuir efectos a elementos específicos del diseño.
Habilidades de pensamiento computacional	Se reportan mejoras en PC de forma global; se trabaja con frecuencia programación visual como medio de desarrollo.	Menor evidencia específica y comparable sobre subhabilidades (p. ej., pensamiento algorítmico y abstracción) como variables centrales medidas con criterios homogéneos.

Nota:Elaboración propia con base en la revisión de literatura del capítulo de estado del arte.

De la revisión del estado del arte se identifican los siguientes vacíos, que fundamentan la importancia de la presente investigación como lo son la escasez de estudios que evalúen el efecto de estrategias pedagógicas específicas integradas en un OVA. la Falta de investigaciones que midan por separado las subhabilidades de abstracción y pensamiento algorítmico en primaria, el limitado uso de diseños cuasiexperimentales con análisis estadístico riguroso (como MANCOVA) en edades 8–10, poca evidencia en contextos colombianos o latinoamericanos al igual que una ausencia de estudios que integren estrategias de andamiaje digital con actividades interactivas para PC, e insuficiente documentación sobre cómo los OVA pueden apoyar el pensamiento computacional más allá de la programación.

Estos vacíos orientan la investigación hacia la necesidad de evaluar rigurosamente una estrategia pedagógica diseñada para potenciar sub habilidades específicas del pensamiento computacional mediante un OVA en educación primaria.

3. marco teórico

El pensamiento computacional constituye una competencia esencial para la educación del siglo XXI, y dentro de él la abstracción y el pensamiento algorítmico desempeñan un papel central. Los OVA representan un medio efectivo para integrar contenidos digitales, pero su impacto depende directamente de la estrategia pedagógica que los sustenta.

La estrategia desarrollada en esta investigación se basa en andamiaje progresivo, micro-retos, modelo ejemplo-práctica-aplicación y representaciones visuales se fundamenta en teorías contemporáneas de aprendizaje y en evidencia empírica reciente sobre el desarrollo del pensamiento computacional en primaria.

3.1. Pensamiento computacional

El pensamiento computacional (PC) ha sido reconocido como una competencia fundamental en la educación moderna. Desde su conceptualización inicial por Wing (2006), se ha entendido como un proceso cognitivo que permite formular problemas y diseñar soluciones que pueden ser ejecutadas de forma sistemática, tanto por personas como por computadoras.

Denning (2017) amplía esta visión al describir el PC como una forma de pensar que estructura problemas mediante componentes lógicos, algoritmos y mecanismos de abstracción. Grover y Pea (2013) lo conciben como un conjunto de habilidades que preceden a la programación y se aplican al análisis de problemas, la toma de decisiones y la creación de modelos.

El enfoque actual del pensamiento computacional parte de marcos internacionales como ISTE (International Society for Technology in Education) y CSTA (Computer Science Teachers Association), que definen el PC como una habilidad esencial para la alfabetización digital y proponen estándares para su integración en la educación básica (ISTE & CSTA, 2011).

Desde esta visión, el pensamiento computacional no se limita al aprendizaje de lenguajes de programación, sino que engloba procesos cognitivos que contribuyen al desarrollo del razonamiento lógico, la creatividad y la capacidad para resolver problemas en múltiples contextos (Adell et al., 2019; Bocconi et al., 2016).

3.2. Sub Habilidades del pensamiento computacional: abstracción y pensamiento algorítmico

El pensamiento computacional está integrado por varias subhabilidades que actúan de manera conjunta, entre las cuales destacan la abstracción y el pensamiento algorítmico, unidades centrales de análisis en esta investigación.

3.2.1. Abstracción

La abstracción es el proceso mediante el cual un individuo reconoce los elementos esenciales de un problema, omitiendo detalles irrelevantes para construir representaciones conceptuales simples y manejables (Selby, 2015; Pérez & Roig-Vila, 2015).

Este proceso es importante para clasificar información, reconocimiento de patrones, la creación de modelos mentales y generalizar soluciones a partir de situaciones específicas.

En lo educativo, la abstracción desempeña un papel en el desarrollo del pensamiento matemático, la resolución de problemas y la comprensión de estructuras lógicas. En la primaria, fortalecer esta habilidad implica ofrecer actividades que permitan identificar elementos clave, simplificar situaciones y establecer relaciones conceptuales significativas.

3.2.2. Pensamiento algorítmico

El pensamiento algorítmico se refiere a la capacidad de diseñar pasos ordenados y coherentes que permitan alcanzar una solución (Bocconi et al., 2016). Esta habilidad implica:

- planificar procesos.
- definir secuencias lógicas.
- anticipar consecuencias.
- evaluar alternativas para resolver problemas.

El pensamiento algorítmico no solo depende del conocimiento computacional; también se manifiesta en actividades cotidianas como seguir instrucciones, ordenar acciones y elaborar procedimientos.

Diversos autores afirman que esta habilidad favorece la comprensión de estructuras matemáticas, el razonamiento deductivo y la organización cognitiva (Lee et al., 2011). Su desarrollo temprano es considerado un predictor relevante en la resolución de problemas y la alfabetización digital.

3.2.3. Incidencia de estas subhabilidades en edades 8–10 años

Las edades entre los 8 y 10 años representan una etapa favorable para contruir habilidades cognitivas relacionadas con el pensamiento computacional. Durante este periodo se fortalece la capacidad de abstracción, el razonamiento lógico y la planificación secuencial, lo que permite generar actividades sistemáticas que requieran modelación, predicción y análisis.

La literatura señala que los estudiantes de primaria pueden desarrollar pensamiento computacional de manera significativa mediante actividades estructuradas, visuales e interactivas (Sepúlveda-Durán et al., 2023; Camargo, 2021).

3.3. Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA)

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) son recursos digitales autocontenidos diseñados para incentivar procesos educativos mediante la integración de contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización (Barragán Bohórquez & Puello Beltrán, 2008). Su estructura modular permite que sean reutilizables, adaptables y flexibles, facilitando su incorporación en diversos escenarios de formación.

3.3.1. Estructura y características de los OVA

Un OVA se compone de Contenido temático, actividades de aprendizaje, Medios interactivos, evaluaciones y un contexto narrativo o instructivo. Los OVA permiten la integración de elementos multimedia (videos, animaciones, cuestionarios, simulaciones), lo cual potencia la atención, la comprensión y la retención de la información del estudiante (Saltos et al., 2021).

3.3.2. OVA en educación primaria

En el ámbito de la educación primaria, los OVA han demostrado ser herramientas efectivas para:

- Incentivar la motivación y el interés por el aprendizaje (León Alvarado & Alcivar Gallegos, 2021),
- Entregar experiencias interactivas centradas en el estudiante,
- Construir procesos de autoaprendizaje,
- Ratificar el desarrollo de habilidades cognitivas específicas.

Durante la pandemia de COVID-19, su uso se integró como una alternativa esencial para la continuidad educativa, demostrando su potencial y adaptabilidad (Gil-Vera & Ramírez Bermúdez, 2021).

3.3.3. OVA y pensamiento computacional

Investigaciones de Araque Geney y Flórez Barboza (2021) afirman que los OVA pueden integrar actividades de programación, secuenciación y análisis lógico, favoreciendo habilidades propias del pensamiento computacional.

Asimismo, investigaciones sobre OVA y robótica demuestran que estos recursos pueden fortalecer habilidades como:

- abstracción,
- identificación de patrones.
- diseño de algoritmos.

Sin embargo, la gran mayoría de estas experiencias se centran en el recurso digital como tal, dejando al pendiente el análisis profundo de la estrategia pedagógica que da sentido al OVA, tal como señaló anteriormente.

3.4. Estrategia pedagógica digital implementada en el OVA

Esta investigación no se limita al análisis de un OVA como recurso digital, sino que se centra en validar la estrategia pedagógica que está íntegra, Esta estrategia se fundamenta en modelos educativos reconocidos y en evidencia empírica sobre desarrollo del pensamiento computacional en primaria.

3.4.1. Enfoque de andamiaje cognitivo progresivo

Fundamentado en los planteamientos de Bruner, el andamiaje consiste en proporcionar apoyos graduales que se remueven progresivamente a medida que los estudiantes desarrollan autonomía.

En el OVA, esto se aplica mediante la introducción guiada de conceptos, ejemplos resueltos, actividades paso a paso, reducción progresiva del apoyo y desafíos finales sin guía. El andamiaje es especialmente útil para desarrollar abstracción y pensamiento algorítmico, ya que permite avanzar desde representaciones concretas hacia procesos más abstractos.

3.4.2. Activación cognitiva mediante micro-retos

Cada módulo del OVA presenta actividades breves orientadas a:

- identificar patrones.
- predecir resultados.
- seleccionar secuencias correctas.

- construir pasos ordenados.
- corregir errores (depuración).

Estas actividades están diseñadas para mantener la motivación del estudiante y favorecer la internalización gradual de los conceptos computacionales.

3.4.3. Modelo de ejemplo

Este modelo instruccional se basa en:

1. **Ejemplo:** el OVA muestra una situación donde se aplica la habilidad.
2. **Práctica guiada:** el estudiante replica el proceso con ayuda parcial.
3. **Aplicación autónoma:** el estudiante resuelve un reto sin apoyo.

El diseño permite medir avances en las habilidades cognitivas de manera clara y diferenciada.

La literatura demuestra que los estudiantes entre 8 y 10 años comprenden mejor conceptos abstractos mediante representaciones visuales, facilitando así el desarrollo del pensamiento computacional (Zapata-Cáceres et al., 2020).

4. Descripción del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)



Figura 1. Portada de inicio OVA. Elaboración propia.

El Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que se diseñó para esta investigación, titulado “Aventuras Digitales: Aprendiendo Pensamiento Computacional”, es un recurso digital interactivo que busca implementar la estrategia pedagógica orientada a fortalecer el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en estudiantes de educación primaria. El capítulo centra su atención en la estrategia que se implementa dentro del OVA, dado que la investigación debe evaluar el impacto pedagógico de dicha estrategia, y no únicamente el OVA como recurso digital.

4.1. Propósito educativo del OVA

El objetivo del OVA es mediar una estrategia pedagógica digital basada en actividades de pensamiento computacional, con el propósito de mejorar el desarrollo del pensamiento algorítmico (organización de pasos y secuencias) y la abstracción (identificación de elementos esenciales) en estudiantes de cuarto grado.

El OVA no está diseñado como una herramienta general, sino como un recurso instruccional construido específicamente con actividades secuenciales, representaciones visuales, andamiaje cognitivo progresivo y micro-retos que permiten operacionalizar la estrategia propuesta.

4.2. Plataforma y estructura general del OVA

El OVA se implementa en un entorno digital construido en Genially, y distribuido en Moodle para permitir acceso, seguimiento y registro de progreso. El recurso cuenta con:

- Interfaz interactiva
- Narrativa pedagógica
- Escenarios gamificados
- Retos secuenciales
- Videos breves explicativos
- Cuestionarios y ejercicios autoevaluables
- Retroalimentación inmediata

Figura 2. interfaz OVA Elaboración propia.



Estas características cumplen con los principios establecidos en modelos de diseño instruccional para OVA, tales como Barragán & Puello (2008) y con los estudios que señalan la importancia de integrar actividades dinámicas y autoexplicativas para primaria.

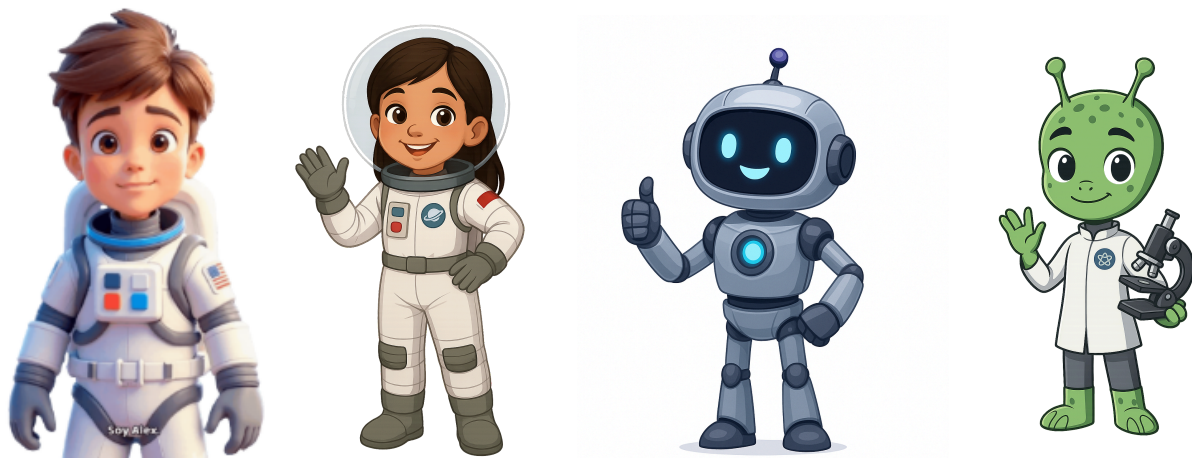
4.3. Narrativa y personajes pedagógicos

El OVA utiliza una narrativa espacial protagonizada por Alex, Luna, Robi y Zeta, personajes diseñados para facilitar la identificación emocional de los estudiantes y estimular la motivación, elemento especialmente relevante para niñas y niños entre 8 y 10 años.

Cada personaje aparece en escenas breves y cumple una función cognitiva específica dentro de la estrategia:

- **Alex:** apoyo para la abstracción - identifica elementos esenciales.
- **Luna:** guía de secuencias y pasos - pensamiento algorítmico.
- **Robi:** plantea retos.
- **Zeta:** proporciona retroalimentación.

Figura 3. Personajes del OVA: Alex, Luna, Robi y Zeta



Nota. De izquierda a derecha: Alex, Luna, Robi y Zeta. Elaboración propia.

Este componente responde a la evidencia de la importancia del componente emocional y visual en instrumentos para primaria, como también está señalado en el diseño del BCTt.

4.4. Estructura por módulos

El OVA se organiza en tres módulos secuenciales, alineados con las subhabilidades que constituyen el foco de intervención: **abstracción** y **pensamiento algorítmico**, además de un módulo integrador final. Esta organización responde a una lógica de progresión didáctica: el estudiante inicia con tareas de identificación y simplificación de información (abstracción), avanza hacia la planificación de pasos ordenados (pensamiento algorítmico) y culmina con misiones en las que debe articular ambas habilidades con niveles reducidos de apoyo. En coherencia con el diseño instruccional del recurso, cada módulo mantiene una secuencia recurrente de **ejemplo narrado – práctica guiada – reto autónomo**, de manera que el estudiante transita desde actividades altamente estructuradas hacia desempeños con mayor autonomía.

Adicionalmente, la dinámica de cada módulo está sustentada por micro-retos breves y retroalimentación inmediata, lo cual permite transformar cada interacción en una oportunidad de ajuste cognitivo: el estudiante anticipa, compara opciones, verifica su elección y, si es necesario, corrige su respuesta. Para favorecer la comprensión en edades de 8 a 10 años, el OVA incorpora representaciones visuales simplificadas (flechas, bloques, diagramas), que reducen la carga verbal y hacen explícitas las relaciones entre elementos y pasos

En términos de implementación, el OVA se construye en Genially y se distribuye mediante Moodle para facilitar el acceso, el seguimiento del progreso y el registro del recorrido del estudiante en la estrategia

Este despliegue permite que la intervención mantenga consistencia instruccional en ambos grupos del estudio, diferenciándose únicamente por la presencia o ausencia de la estrategia pedagógica basada en pensamiento computacional

El OVA está dividido en tres módulos, cada uno alineado con una subhabilidades

4.4.1.Módulo 1. Exploradores de ideas (Abstracción)

El primer módulo se orienta al desarrollo de la abstracción como habilidad para identificar lo esencial de una situación y separar información relevante de distractores. En este módulo, las actividades se diseñan para que el estudiante practique la reducción intencional de información: clasifica elementos, selecciona rutas o decisiones “mínimas” y construye representaciones simplificadas de un escenario, priorizando aquello que impacta la solución Didácticamente, el módulo inicia con un **encuadre narrativo breve**: el estudiante asume el rol de explorador y debe “leer” un entorno, pero con la consigna de no dejarse llevar por estímulos irrelevantes. A partir de allí, se implementa el ciclo ejemplo práctica reto: primero se presenta un ejemplo resuelto (modelado) donde se explicita por qué ciertos elementos importan y otros no; luego el estudiante resuelve ejercicios similares con ayudas parciales (pistas visuales, resaltados o agrupaciones); finalmente, enfrenta un reto donde debe tomar decisiones sin apoyos explícitos, justificadas por la lógica del problema.

La retroalimentación del módulo no se limita a indicar acierto/error; se orienta a que el estudiante comprenda la razón de la elección, promoviendo la idea de que abstraer implica “ver la estructura” del problema. Esta aproximación mantiene coherencia con la validez de contenido respecto a la evaluación, en tanto la abstracción se vincula con la **identificación de elementos relevantes** dentro de un problema, tal como se declara en la coherencia con el BCTt.

Figura 4.

interfaz Módulo Pensamiento abstracto



Nota: elaboración propia

Actividades diseñadas para identificar los elementos esenciales y evitar distractores.

Incluye:

- Clasificación de elementos relevantes
- Selección de caminos esenciales
- Representaciones visuales simplificadas

4.4.2.Módulo 2. Viaje por las secuencias (Pensamiento Algorítmico)

El segundo módulo se centra en el pensamiento algorítmico, entendido como la capacidad para organizar acciones en una secuencia lógica, anticipar consecuencias y estructurar procedimientos. Las actividades privilegian el ordenamiento de pasos, la identificación de la instrucción correcta en el momento correcto y la planificación de rutas o procesos bajo restricciones. En coherencia con el instrumento BCTt, se incorporan ejercicios inspirados en secuencias y loops simple, así como situaciones que pueden involucrar decisiones tipo “si ocurre X, entonces...” (condicionales) como parte del repertorio de tareas alineadas.

A nivel instruccional, el módulo presenta inicialmente secuencias cortas y concretas, con apoyo alto (por ejemplo, enumeración parcial de pasos o fragmentos de procedimiento ya ubicados). Conforme avanza el estudiante, el recurso reduce gradualmente estas ayudas, solicitando la construcción de secuencias completas y el reconocimiento de errores (depuración) mediante reintentos guiados. Este diseño dialoga con el principio de andamiaje cognitivo progresivo, donde el apoyo se retira a medida que el estudiante demuestra mayor control de la tarea.

La retroalimentación inmediata cumple aquí un rol clave: al confirmar o corregir una secuencia, el estudiante contrasta su plan con el resultado esperado, fortaleciendo la anticipación y la verificación como componentes del pensamiento algorítmico. En síntesis, el módulo busca que el estudiante no solo “ordene pasos”, sino que comprenda que un algoritmo es una estructura que debe ser consistente, completa y ejecutable.

Las actividades están centradas en ordenar instrucciones, identificar pasos y organizar procesos.

Incluye:

- Secuencias básicas
- Ordenamiento de pasos
- Ejercicios inspirados en estructuras del BCTt (secuencias y loops simples).

Figura 5.

interfaz Módulo Pensamiento algorítmico



Nota: elaboración propia

4.4.3. Módulo 3. Reto Final – Misiones Computacionales

El tercer módulo corresponde a un reto integrador donde el estudiante debe aplicar abstracción y pensamiento algorítmico de forma articulada, con niveles mínimos de guía. Tal como se establece en el documento, en este punto “se retira el andamiaje”, con el propósito de observar el desempeño en condiciones de mayor autonomía

Este módulo se concibe como un escenario-problema más completo: el estudiante debe identificar primero los elementos esenciales (abstracción) y, con base en esa identificación,

definir una secuencia de acciones o decisiones (pensamiento algorítmico) para completar la misión. La lógica de integración permite que la estrategia pedagógica se evidencie como un proceso: comprender el problema, simplificarlo y ejecutar un plan. Desde el punto de vista evaluativo, este cierre aporta consistencia con el propósito del estudio, ya que el módulo finaliza con tareas donde la habilidad no depende de ayudas externas, sino de la interiorización lograda en los módulos previos.

4.4.4. Diferenciación pedagógica entre versiones (GE vs. GC) y control de la intervención

Para sostener el diseño cuasiexperimental, el OVA conserva su estética, navegación y recursos generales en ambos grupos; no obstante, la diferencia crítica radica en la presencia de la estrategia pedagógica basada en pensamiento computacional en el grupo experimental. En el **GE**, el recurso incluye micro-retos, andamiaje progresivo, representaciones visuales y retroalimentación estructurada mientras que el **GC** accede a una versión informativa con videos y actividades generales, sin secuencias ni retos algorítmicos, y sin andamiaje. Esta diferenciación fortalece la atribución del efecto observado a la estrategia pedagógica y no únicamente al uso de un recurso digital.

4.5. Estrategia pedagógica integrada en el OVA

La estrategia pedagógica implementada en el OVA se fundamenta en cuatro principios instruccionales:

4.5.1. Andamiaje cognitivo progresivo

Basado en Bruner y en la psicología del aprendizaje, el OVA está diseñado para:

1. Guiar con apoyo alto al inicio
2. Proporcionar ejemplos resueltos
3. Reducir instrucciones gradualmente
4. Finalizar con retos autónomos

Este método facilita la transición desde tareas simples hacia actividades abstractas y complejas, coherente con la edad (8–10 años) y con investigaciones sobre PC.

4.5.2. Activación cognitiva mediante micro-retos

Cada pantalla incluye actividades breves que activan procesos de:

- predicción,
- anticipación,
- comparación de caminos,
- selección lógica,
- corrección de errores.

Este enfoque coincide con los hallazgos de estudios sobre gamificación ligera no basada en recompensas, sino en desafíos significativos que mejoran el PC.

4.5.3. Modelo instruccional ejemplo, práctica y aplicación

Cada módulo sigue esta progresión:

- Ejemplo narrado por un personaje
- Práctica guiada con pistas
- Reto autónomo sin pistas

Esto permite observar el proceso cognitivo del estudiante y ver mejoras a través del postest.

4.5.4. Representaciones visuales del pensamiento

Siguiendo marcos que sustentan la enseñanza del PC en primaria, el OVA utiliza:

- flechas,
- bloques,
- diagramas simples

Estas representaciones permiten trabajar abstracción y pensamiento algorítmico de forma visual y significativa.

4.6. Diferencias entre la versión experimental y la versión control del OVA

El diseño cuasiexperimental requiere que ambos grupos (GE y GC) interactúen con versiones distintas del recurso.

Grupo Experimental (GE)

Accede al OVA **completo**, con:

- Micro-retos
- Andamiaje progresivo
- Representaciones visuales
- Actividades de PC
- Retroalimentación
- Casos de ejemplo

Grupo Control (GC)

Accede al OVA **sin estrategia de pensamiento computacional**, es decir:

- Solo contenidos informativos
- Videos explicativos
- Actividades generales sin estructura de PC
- Sin andamiaje
- Sin secuencias
- Sin retos algorítmicos

Esto permite aislar el efecto directo de la estrategia pedagógica.

4.7. Relación entre el OVA y los objetivos de investigación

El OVA fue diseñado específicamente para responder a los objetivos del estudio:

Objetivo	Elemento del OVA que lo Operacionaliza
Desarrollar abstracción	Módulo 1, simplificación, selección de elementos esenciales
Desarrollar pensamiento algorítmico	Módulo 2, secuencias, orden lógico, micro-retos
Evaluar efecto en GE vs GC	Estructura diferenciada entre OVA completo y versión informativa
Validar una estrategia pedagógica	Andamiaje + modelo ejemplo-práctica-aplicación + reto autónomo

Tabla 2.(Correspondencia entre los objetivos de la investigación y los elementos del OVA que los operacionalizan)

4.8. Coherencia con el instrumento BCTt

El OVA está alineado con las categorías del Beginners Computational Thinking Test (BCTt):

- Secuencias
- Loops simples
- Condicionales

Aunque el BCTt evalúa un conjunto más amplio de habilidades que las abordadas específicamente en este estudio, se seleccionaron únicamente aquellas actividades del instrumento que guardan una correspondencia directa con las habilidades objeto de intervención. En particular, la habilidad de abstracción se relaciona con la identificación de elementos relevantes dentro de un problema, mientras que el pensamiento algorítmico se vincula con la construcción de secuencias, la elección de caminos adecuados y el establecimiento de un orden lógico. Esta selección cuidadosa garantiza la validez de contenido entre los objetivos de la intervención y las dimensiones evaluadas por el instrumento.

4.9. Acceso al Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

Con el fin de facilitar la verificación del producto digital desarrollado, el acceso al OVA (versión implementada para la intervención) se presenta en el Anexo 3 , donde se incluye el enlace directo.

4.10. Evaluación de funcionalidad y usabilidad del OVA

Con el fin de documentar la calidad del producto digital y facilitar su mejora iterativa, se incorporó una evaluación formativa de funcionalidad y usabilidad del OVA. En esta investigación, la usabilidad se entiende como el grado en que un sistema puede ser usado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un contexto de uso determinado.

La evaluación se realizó mediante dos estrategias complementarias: (a) una prueba piloto de navegación con usuarios (estudiantes y/o docentes) orientada a tareas para identificar problemas de interfaz, consistencia, retroalimentación y prevención de errores.

Para esta prueba se definieron tareas clave como la navegación por módulos, realización de un micro-reto y envío, registro de respuestas, y percepción de facilidad/satisfacción mediante un cuestionario breve (ANEXO 4) escala de caritas para población infantil.

5. Metodología

5.1. Enfoque y tipo de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, dado que pretende medir, comparar y analizar el efecto de una estrategia pedagógica digital implementada en un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sobre dos habilidades específicas del pensamiento computacional: abstracción y pensamiento algorítmico.

Se seleccionó un diseño cuasiexperimental con grupo experimental y grupo control, debido a que los grupos ya están conformados previamente en la institución y no es posible asignar

aleatoriamente a los participantes, lo cual coincide con las características de los estudios educativos en contextos escolares reales.

5.2. Diseño de la investigación

El estudio sigue un esquema pretest–intervención–postest, en el cual:

- El grupo experimental (GE) interactúa con la versión del OVA que incluye la estrategia pedagógica digital basada en actividades de pensamiento computacional (andamiaje, micro-retos, modelo ejemplo–práctica–aplicación, representaciones visuales).
- El grupo control (GC) interactúa con una versión del OVA sin estrategia pedagógica: contiene únicamente información y actividades generales, sin secuencias, sin retos cognitivos y sin andamiaje.

Con el fin de aislar el efecto de la estrategia pedagógica digital y no del uso de un recurso tecnológico en sí mismo, el grupo control (GC) se concibió como un control de estrategia (no como ausencia de OVA). En consecuencia, ambos grupos accedieron a un OVA en condiciones equivalentes de implementación en tiempo de exposición, acceso y acompañamiento general, manteniendo elementos comunes del recurso tales como estética, navegación y recursos generales; la diferencia crítica entre condiciones radicó exclusivamente en la presencia o ausencia de la estrategia pedagógica basada en pensamiento computacional. De manera operativa, la versión del GC se caracterizó por un uso predominantemente informativo y general del recurso como videos y actividades generales, sin incorporar los componentes instruccionales que definen la estrategia del GE. En particular, en el GC:

- No se incluyen micro-retos secuenciados orientados al trabajo sistemático de pensamiento computacional.
- No se integró andamiaje cognitivo progresivo (pistas graduadas, guías paso a paso o retiro planificado de apoyos).
- No se diseñan tareas cuya lógica exigiera planificación específica de secuencias, verificación de rutas o depuración como eje de la experiencia.
- La retroalimentación no tuvo un carácter estratégico para promover el ajuste cognitivo, sino un carácter general asociado a la actividad desarrollada.

Esta delimitación permite atribuir las diferencias esperadas en el postest a la estrategia pedagógica digital implementada en el GE, y no a variaciones derivadas de la mera exposición a contenidos o del acceso a tecnología.

Ambos grupos presentan el pretest del BCTt, realizan sus respectivas actividades y posteriormente presentan el postest del BCTt, permitiendo comparar diferencias en el desarrollo de las habilidades estudiadas.

5.3. Variables del estudio

5.3.1. Variable Independiente

Implementación de la estrategia pedagógica digital dentro del OVA. Tiene dos condiciones:

1. Con estrategia pedagógica digital (GE)

- andamiaje cognitivo
- micro-retos
- actividades de PC

- modelo ejemplo–práctica–aplicación
- representaciones visuales

2. Sin estrategia pedagógica (GC)

- solo contenido informativo
- actividades sin estructura de PC
- sin retroalimentación estratégica
- sin secuencias algorítmicas

5.3.2. Variables Dependientes

Las habilidades del pensamiento computacional a medir son:

1. Pensamiento algorítmico

Capacidad para estructurar pasos lógicos, ordenar secuencias y diseñar instrucciones coherentes.

2. Abstracción

Capacidad para identificar elementos esenciales, omitir detalles irrelevantes y comprender estructuras.

5.3.3. Covariable

- Puntajes del pretest del BCTt.

Se emplea análisis MANCOVA para controlar diferencias iniciales entre GE y GC.

5.4. Población y muestra

La población está conformada por estudiantes de la Institución Educativa Isla del Sol IED, ubicada en Bogotá DC, La muestra del estudio está constituida por 70 estudiantes matriculados en grado cuarto, con edades entre 8 y 10 años.

La distribución por sexo es aproximadamente:

- 32 niños
- 37 niñas

Los grupos se mantienen en su conformación natural:

- **Grupo Experimental:** 35 estudiantes
- **Grupo Control:** 35 estudiantes

5.5. Instrumento de recolección de datos: BCTt

Para evaluar las habilidades del pensamiento computacional se utiliza el Beginners Computational Thinking Test (BCTt), desarrollado por Zapata-Cáceres, Martín-Barroso y Román-González (2020).

El instrumento cuenta con:

- 25 ítems
- tiempo de aplicación ~40 minutos
- ítems progresivos
- diseño visual basado en laberintos y flechas que facilita la comprensión en edades tempranas

El BCTt permite derivar indicadores válidos para evaluar abstracción y pensamiento algorítmico gracias a la relación entre:

- abstracción ↔ identificación de elementos esenciales en laberintos,
- pensamiento algorítmico ↔ ordenamiento de secuencias y rutas.
- Se aplicará como pretest y postest.

El instrumento ha demostrado una alta confiabilidad ($\alpha = 0.824$ en la muestra general), cuenta con validez de constructo y es pertinente para niños entre 5 y 10 años de edad. Su aplicación se realizará como pretest y postest, siguiendo las recomendaciones de sus diseñadores.

5.6. Procedimiento

5.6.1. Controles de fidelidad de la intervención

Para fortalecer la validez interna del diseño cuasiexperimental y reducir variaciones de implementación entre grupos, se establecieron controles de fidelidad asociados al acompañamiento y la exposición a la intervención. Adicionalmente, se explicitan controles orientados a la comparabilidad del entorno de implementación entre el GE y el GC. En ambos grupos se procuró que las condiciones de mediación docente se mantuvieran equivalentes: el rol del docente se limitó a apoyo técnico y orientación general sobre el uso del entorno, evitando explicaciones adicionales o entrenamiento específico en las habilidades evaluadas que pudiera contaminar la condición control. En el mismo sentido, se garantizó que cada grupo accediera únicamente a la versión del OVA correspondiente a su condición GE: versión con estrategia pedagógica digital; GC: versión informativa sin estrategia, de manera que el contraste entre grupos representará un contraste de estrategia pedagógica y no un contraste por acceso diferencial al recurso.

En primer lugar, se controlaron los tiempos en que ambos grupos desarrollaron la experiencia de tres sesiones (una por semana), con duración aproximada de 45 a 60 minutos por sesión, en jornadas

equivalentes. En segundo lugar, se estandarizó el *acompañamiento* mediante instrucciones homogéneas (misma consigna inicial, tiempos de trabajo y criterios de apoyo), procurando que el rol del docente/facilitador fuese equivalente en ambos grupos: apoyo técnico y orientación general, evitando instrucción adicional sobre las tareas del test o explicación extra de contenidos que pudiera sesgar los resultados.

Finalmente, se controló la *exposición* delimitando el acceso de cada grupo a su versión del OVA (GE: versión con estrategia pedagógica digital; GC: versión informativa sin estrategia), manteniendo condiciones similares de uso (espacio de trabajo, dispositivos disponibles y conectividad) para minimizar efectos asociados a diferencias tecnológicas del entorno. Estos controles complementan la diferenciación pedagógica entre versiones del recurso y fortalecen la atribución del efecto observado a la estrategia integrada en el OVA.

Tabla 3. Controles de fidelidad de la intervención

Dimensión de fidelidad	Indicador/criterio	Estándar aplicado	Estrategia de control
Dosificación (tiempo y sesiones)	Número de sesiones y duración	3 sesiones (una por semana), 45–60 min por sesión	Planificación con cronograma y guía de sesión; misma dosificación prevista para GE y GC.
Acompañamiento docente	Nivel y tipo de apoyo	Instrucciones iniciales homogéneas; apoyo principalmente técnico/organizativo	Guión de implementación para mantener consignas y tiempos; evitar explicaciones adicionales que alteren la condición.
Exposición a la condición	Acceso al tipo de OVA según grupo	GE: OVA con estrategia; GC: OVA sin estrategia	Separación por enlaces/archivos/versión del recurso; verificación de que cada grupo use únicamente su versión.
Condiciones del entorno	Recursos y contexto de uso	Condiciones equivalentes (espacio,	Aplicación en condiciones similares

dispositivos,
conectividad)

para ambos grupos,
minimizando variación
por factores
tecnológicos.

Nota.: Elaboración propia con base en el procedimiento de intervención (tres sesiones de 45–60 minutos) y la diferenciación pedagógica GE/GC (OVA con estrategia vs. versión informativa sin estrategia)

El proceso metodológico comprende cinco etapas:

Etapas 1: Pretest

Se aplica el BCTt a ambos grupos para identificar el nivel inicial de habilidades.

Etapas 2: Intervención

- GE: utiliza el OVA con la estrategia pedagógica digital.
- GC: utiliza la versión informativa sin estrategia.

La intervención consiste en tres sesiones de trabajo, una por semana, cada una de 45–60 minutos.

Etapas 3: Postest

Una semana después de la intervención, se aplica nuevamente el BCTt.

Etapas 4: Tabulación y organización de datos

Los puntajes del pretest y postest se registran en matrices de análisis y se preparan para el tratamiento estadístico.

Etapa 5: Análisis estadístico

Con el objetivo de reconocer la incidencia de las variables mencionadas, se empleó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, IBM, versión 25) y se aplicó un análisis MANCOVA, el cual permite comparar los resultados entre el grupo experimental y el grupo control, ajustar por covariables y analizar los efectos multivariados sobre las dos habilidades evaluadas.

5.7. Hipótesis de investigación

Con base en la pregunta de investigación y el diseño cuasiexperimental, se formulan las siguientes hipótesis:

Hipótesis de investigación (HP)

HP: La estrategia pedagógica digital implementada mediante el OVA tiene un efecto significativo en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en los estudiantes de cuarto de primaria.

Hipótesis nula (H0)

H0: La estrategia pedagógica digital implementada mediante el OVA no tiene un efecto significativo en el desarrollo del pensamiento algorítmico ni en la abstracción de los estudiantes.

Hipótesis alternativa (H1)

H1: La estrategia pedagógica digital implementada mediante el OVA sí tiene un efecto significativo en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la abstracción en los estudiantes.

6.Resultados

Este capítulo presenta los resultados del análisis estadístico realizado para evaluar el efecto de la estrategia pedagógica digital implementada mediante un OVA en el desarrollo de pensamiento algorítmico y abstracción en estudiantes de cuarto de primaria. El análisis se efectuó con IBM SPSS Statistics (v.25) mediante MANCOVA, controlando el desempeño inicial (pretest).

6.1. Tratamiento de los datos y las variables

La variable independiente correspondió a la condición de grupo (GE: OVA con estrategia; GC: OVA sin estrategia). Las variables dependientes fueron los puntajes del postest en pensamiento algorítmico y abstracción. Como covariable se incluyó el puntaje inicial del BCTt (pretest), con el fin de controlar diferencias iniciales.

6.2. Análisis de datos perdidos

Para ello se empleó el análisis de la distancia de Mahalanobis, mediante el cual no se identificaron datos con características atípicas, lo que confirma la consistencia de la información y la ausencia de valores inusuales o inesperados en relación con las variables analizadas. Además, no se registraron datos perdidos, por lo que se procedió a trabajar con casos completos (N = 70).

6.3. Estadísticos descriptivos de la muestra

En la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables de pensamiento computacional en el pretest y el postest para cada grupo. En el momento inicial, los puntajes del BCTt total fueron similares entre el grupo experimental (M = 15,94; DE = 2,88) y el grupo

control ($M = 16,74$; $DE = 2,70$), al igual que en pensamiento algorítmico ($M_{GE} = 6,48$; $DE = 1,57$; $M_{GC} = 6,91$; $DE = 1,21$) y en abstracción ($M_{GE} = 6,47$; $DE = 1,40$; $M_{GC} = 6,70$; $DE = 1,60$). Estos resultados sugieren que ambos grupos partían de niveles comparables de pensamiento computacional antes de la intervención.

Tras la implementación del objeto virtual de aprendizaje, se observa un incremento en las puntuaciones de ambos grupos; sin embargo, la mejora es más pronunciada en el grupo experimental. Este grupo alcanza medias superiores en el BCTt total ($M = 19,51$; $DE = 3,03$, frente a $M = 17,83$; $DE = 2,92$ en el grupo control), en pensamiento algorítmico ($M = 8,51$; $DE = 1,19$, frente a $M = 7,34$; $DE = 1,29$) y en abstracción ($M = 8,45$; $DE = 1,24$, frente a $M = 7,47$; $DE = 1,25$). De manera descriptiva, estos resultados indican un mayor progreso de los estudiantes que trabajaron con el OVA diseñado con estrategias específicas para el desarrollo del pensamiento computacional.

Tabla 4.

Variable	Grupo experimental		Grupo control	
	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Pretest M (DE)	Postest M (DE)
BCTt total	15,94 (2,88)	19,51 (3,03)	16,74 (2,70)	17,83 (2,92)
Pensamiento algorítmico	6,48 (1,57)	8,51 (1,19)	6,91 (1,21)	7,34 (1,29)
Abstracción	6,47 (1,40)	8,45 (1,24)	6,70 (1,60)	7,47 (1,25)

Nota. GE = grupo experimental (OVA con estrategia); GC = grupo control (OVA sin estrategia). BCTt total oscila entre 0 y 25 puntos; las subhabilidades (pensamiento algorítmico y abstracción) entre 0 y 10 puntos.

6.4. Estadísticos descriptivos del pensamiento algorítmico y la abstracción

Se calcularon medias y desviaciones estándar para las sub habilidades de pensamiento algorítmico y abstracción en el pretest y el postest, diferenciando el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC (Tabla 3). En el momento inicial, ambos grupos presentaron niveles comparables en pensamiento algorítmico ($M_{GE} = 6,48$; $DE = 1,57$; $M_{GC} = 6,91$; $DE = 1,21$) y en abstracción ($M_{GE} = 6,47$; $DE = 1,40$; $M_{GC} = 6,70$; $DE = 1,60$).

Tras la intervención, se observa un incremento en las puntuaciones de ambos grupos; sin embargo, la mejora es mayor en el grupo experimental. Este grupo alcanza puntuaciones superiores en pensamiento algorítmico ($M = 8,51$; $DE = 1,19$, frente a $M = 7,34$; $DE = 1,29$ en el GC) y en abstracción ($M = 8,45$; $DE = 1,24$, frente a $M = 7,47$; $DE = 1,25$ en el GC), lo que de manera descriptiva sugiere un mayor progreso de los estudiantes que trabajaron con el OVA mediado por estrategias específicas de pensamiento computacional.

Tabla 5. Estadísticos Descriptivos

Variable	Grupo experimental		Grupo control	
	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Pretest M (DE)	Postest M (DE)
Pensamiento algorítmico	6,48 (1,57)	8,51 (1,19)	6,91 (1,21)	7,34 (1,29)
Abstracción	6,47 (1,40)	8,45 (1,24)	6,70 (1,60)	7,47 (1,25)

Nota. GE = grupo experimental (OVA con estrategia); GC = grupo control (OVA sin estrategia). Las puntuaciones de las subhabilidades oscilan entre 0 y 10 puntos.

6.5. Pruebas para el cumplimiento de los supuestos del análisis multivariado

6.5.1. Prueba de Normalidad.

Previo a la aplicación de la MANCOVA, se verificaron los supuestos asociados a este tipo de análisis. En primer lugar, se evaluó la **normalidad** de las variables dependientes mediante la prueba de Shapiro–Wilk, aplicada por grupo. Aunque en algunas combinaciones variable grupo se observaron desviaciones leves respecto de la normalidad ($p < .05$), la inspección conjunta de histogramas y diagramas de caja no evidenció asimetrías extremas ni valores atípicos severos. Dado el tamaño de la muestra y la robustez de los modelos lineales generales ante violaciones moderadas de este supuesto, se consideró adecuado continuar con el análisis multivariado.

Tabla 6.

Pruebas de normalidad					
Grupo	experimental/control	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico
BCTt_pre_total	sin andamiaje	,075	35	,200*	,988
	con andamiaje	,135	35	,103	,938
pre_algoritmico	sin andamiaje	,140	35	,080	,973
	con andamiaje	,127	35	,167	,964
pre_abstraccion	sin andamiaje	,097	35	,200*	,974
	con andamiaje	,113	35	,200*	,953

post_algoritmico	sin andamiaje	,112	35	,200*	,937
	con andamiaje	,176	35	,008	,934
post_abstraccion	sin andamiaje	,109	35	,200*	,934
	con andamiaje	,102	35	,200*	,982
BCTt_post_total	sin andamiaje	,112	35	,200*	,978
	con andamiaje	,120	35	,200*	,968

6.5.2. Homogeneidad de Varianzas

Se comprobó la **homogeneidad de varianzas** entre grupos mediante la prueba de Levene para cada variable dependiente. Los resultados indicaron que las varianzas pueden considerarse homogéneas tanto para el pensamiento algorítmico como para la abstracción ($p > .05$ en ambos casos), por lo que este supuesto se cumple.

Tabla 7.

Prueba de igualdad de Levene de varianzas				
	F	gl1	gl2	Sig.
post algorítmico	,010	1	68	,919
post abstracción	,013	1	68	,911

6.5.3. Correlación de variables

Para examinar la **relación entre la covariable y las variables dependientes**, así como la coherencia entre los distintos indicadores de pensamiento computacional. se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre el puntaje total del BCTt en el pretest (BCTt_pre_total), el puntaje total en el postest (BCTt_post_total) y las sub habilidades de pensamiento algorítmico y abstracción en el postest (Tabla 6). Se observaron correlaciones positivas y significativas entre el pretest y todas las variables de resultado (r en un rango aproximado de .65 a .86, $p < .001$), así como correlaciones altas entre el BCTt_post_total y las subhabilidades, y entre pensamiento algorítmico y abstracción en el postest. Este patrón sugiere, por un lado, que el nivel inicial de pensamiento computacional se relaciona de forma consistente con el desempeño posterior y, por otro, que las medidas de resultado comparten suficiente varianza común como para justificar el uso de un análisis multivariado.

Tabla 8. Correlaciones de Pearson entre las puntuaciones de pensamiento computacional

		Correlaciones			
		BCTt_pre_total	BCTt_post_total	post_algoritmico	post_abstraccio
BCTt_pre_total	Correlación de Pearson	1	.860	,713	,648
BCTt_post_total	Correlación de Pearson	.860	1	,900	,857
post_algoritmico	Correlación de Pearson	,713	,900	1	,789
post_abstraccion	Correlación de Pearson	,648	,789	,789	1

*Nota. N = 70. BCTt_pre_total y BCTt_post_total = puntajes totales del BCTt en pretest y posttest; Post_algorítmico y Post_abstracción = subhabilidades en el posttest. **p < .001.*

6.5.4. Análisis homogeneidad de los planos de regresión para las covariables

Para comprobar los supuestos necesarios para la aplicación de la MANCOVA, se utilizó la Prueba de Box para evaluar la igualdad de las matrices de covarianzas. Asimismo, se verificó la homogeneidad de los planos de regresión mediante la incorporación al modelo de la interacción entre el grupo y el puntaje total del BCTt en el pretest (Grupo × BCTt_pre_total). Esta interacción no resultó significativa ni para el pensamiento algorítmico ni para la abstracción ($p > .05$), lo que indica que la relación entre la covariable y las variables dependientes es comparable en ambos grupos. En conjunto, las evidencias de normalidad aproximada, homogeneidad de varianzas, correlación entre variables y homogeneidad de pendientes respaldan el cumplimiento de los supuestos estadísticos requeridos para aplicar la prueba MANCOVA.

Tabla 8.

Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas	
M de Box	1,525
F	,492
gl1	3
gl2	832320,000
Sig.	,688

Nota: La prueba de Box no resultó significativa ($p = .688$), por lo que se asume la igualdad de las matrices de covarianzas entre los grupos. Esto indica que se cumple el supuesto de homogeneidad de matrices requerido para la aplicación de la MANCOVA.

6.6. Análisis multivariado general (MANCOVA)

Se realizó un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA) con el fin de determinar si existían diferencias entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) en el desempeño conjunto de pensamiento algorítmico y abstracción en el posttest, controlando el puntaje inicial de pensamiento computacional medido mediante el BCTt. En el modelo se incluyeron como variables dependientes las puntuaciones de pensamiento algorítmico y abstracción en el posttest, como factor fijo el grupo (GE vs. GC) y como covariable el puntaje total del BCTt en el pretest (BCTt_pre_total).

Los resultados del test multivariado mostraron, en primer lugar, un efecto significativo y de gran magnitud del pretest sobre el conjunto de variables dependientes (Traza de Pillai = .779, $F(2, 66) = 116,61$, $p < .001$, $\eta^2 = .779$), lo que indica que el nivel inicial de pensamiento computacional se relaciona de manera consistente con el rendimiento posterior.

De forma central para este estudio, se observó un **efecto multivariado estadísticamente significativo del grupo** sobre el desempeño conjunto en pensamiento algorítmico y abstracción en el posttest, una vez controlado el puntaje inicial (Traza de Pillai = .621, $F(2, 66) = 54,04$, $p < .001$, $\eta^2 = .621$). Este valor de η^2 indica un tamaño de efecto grande, lo que sugiere diferencias multivariadas claras entre el GE y el GC a favor del grupo que trabajó con el OVA diseñado con estrategias específicas de pensamiento computacional (véase Tabla 8).

Tabla 9

Pruebas multivariante									
Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro o sin centralidad	Potencia observada ^c
Intersección	Traza de Pillai	0,256	11,330 ^b	2,000	66,000	0,00	0,256	22,660	0,991
	Lambda de Wilks	0,744	11,330 ^b	2,000	66,000	0,00	0,256	22,660	0,991
	Traza de Hotelling	0,343	11,330 ^b	2,000	66,000	0,00	0,256	22,660	0,991
	Raíz mayor de Roy	0,343	11,330 ^b	2,000	66,000	0,00	0,256	22,660	0,991
BCTt _{pre} _total	Traza de Pillai	0,779	116,613 ^b	2,000	66,000	0,00	0,779	233,225	1,000
	Lambda de Wilks	0,221	116,613 ^b	2,000	66,000	0,00	0,779	233,225	1,000
	Traza de Hotelling	3,534	116,613 ^b	2,000	66,000	0,00	0,779	233,225	1,000
	Raíz mayor de Roy	3,534	116,613 ^b	2,000	66,000	0,00	0,779	233,225	1,000
grupo_num	Traza de Pillai	0,621	54,040 ^b	2,000	66,000	0,00	0,621	108,080	1,000
	Lambda de Wilks	0,379	54,040 ^b	2,000	66,000	0,00	0,621	108,080	1,000
	Traza de Hotelling	1,638	54,040 ^b	2,000	66,000	0,00	0,621	108,080	1,000
	Raíz mayor de Roy	1,638	54,040 ^b	2,000	66,000	0,00	0,621	108,080	1,000

6.6. Análisis univariado (efectos inter-sujetos) y medias ajustadas

Del análisis multivariado se examinaron los efectos univariados del grupo sobre cada variable dependiente, controlando el puntaje inicial de pensamiento computacional. En primer lugar, el puntaje total del BCTt en el pretest mostró un efecto significativo y de gran magnitud sobre ambas variables: pensamiento algorítmico, $F(1, 67) = 202.73$, $p < .001$, $\eta^2 = .752$, y abstracción, $F(1, 67) = 92.49$, $p < .001$, $\eta^2 = .580$, lo que confirma que el nivel inicial de pensamiento computacional explica una proporción importante de la varianza del rendimiento en el postest.

Una vez analizado el pretest, se observó un **efecto principal significativo del grupo** en las dos habilidades analizadas. Para el pensamiento algorítmico, el efecto del grupo fue estadísticamente significativo y de magnitud grande, $F(1, 67) = 95.84$, $p < .001$, $\eta^2 = .589$. De forma similar, para la abstracción también se evidenció un resultado significativo del grupo, con un tamaño de efecto moderado–alto, $F(1, 67) = 40.17$, $p < .001$, $\eta^2 = .375$. Estos resultados indican que, independientemente del nivel de partida, la pertenencia al grupo experimental o de control se asocia con diferencias claras en las puntuaciones finales de pensamiento algorítmico y abstracción.

Las medias marginales estimadas del postest (controlando $BCTt_pre_total = 16.341$) permiten precisar la dirección de estas diferencias. En pensamiento algorítmico, el grupo experimental alcanzó una media ajustada de 8.66, mientras que el grupo control obtuvo 7.19. En abstracción, el grupo experimental presentó una media ajustada de 8.58 frente a 7.34 en el grupo control. En conjunto, estos resultados univariados muestran que el OVA diseñado con estrategias específicas

de pensamiento computacional favoreció de manera consistente un mejor desempeño en ambas subhabilidades en comparación con la versión sin dicha estrategia.

Tabla 9.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro sin centralidad	Potencia observada ^c
Modelo corregido	post_algorit mico	102,974 ^a	2	51,487	131,997	0,000	0,798	263,993	1,000
	post_abstracc ion	77,837 ^b	2	38,919	58,792	0,000	0,637	117,583	1,000
Intersección	post_algorit mico	4,949	1	4,949	12,688	0,001	0,159	12,688	0,939
	post_abstracc ion	11,057	1	11,057	16,704	0,000	0,200	16,704	0,981
BCTt_pre_t otal	post_algorit mico	79,077	1	79,077	202,728	0,000	0,752	202,728	1,000
	post_abstracc ion	61,226	1	61,226	92,490	0,000	0,580	92,490	1,000
grupo_num	post_algorit mico	37,385	1	37,385	95,844	0,000	0,589	95,844	1,000
	post_abstracc ion	26,592	1	26,592	40,170	0,000	0,375	40,170	1,000

Error	post_algorit mico	26,134	67	0,390
	post_abstracc ion	44,352	67	0,662
Total	post_algorit mico	4524,710	70	
	post_abstracc ion	4555,910	70	
Total corregido	post_algorit mico	129,109	69	
	post_abstracc ion	122,190	69	

a. R al cuadrado = ,798 (R al cuadrado ajustada = ,792)

b. R al cuadrado = ,637 (R al cuadrado ajustada = ,626)

c. Se ha calculado utilizando alpha = ,05

7. Discusión y conclusiones

7.1 Discusión

Esta investigación se propuso analizar el efecto de una estrategia pedagógica digital, implementada mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), sobre el desarrollo de dos sub habilidades del pensamiento computacional en estudiantes de primaria: pensamiento algorítmico y abstracción. Para ello se utilizó un diseño cuasiexperimental con control estadístico del

desempeño inicial mediante una MANCOVA, lo cual permitió valorar el aporte específico de la intervención sobre el rendimiento final, minimizando el impacto de diferencias previas entre grupos.

Los hallazgos evidencian un efecto multivariado estadísticamente significativo del grupo sobre el desempeño conjunto en pensamiento algorítmico y abstracción en el posttest, una vez controlado el puntaje inicial del BCTt. En concreto, la Traza de Pillai indicó diferencias multivariadas claras entre el grupo experimental y el grupo control (Traza de Pillai = .621, $F(2, 66) = 54,04$, $p < .001$, $\eta^2 = .621$), con un tamaño de efecto grande.

En relación con el estado del arte, los resultados obtenidos convergen de manera directa con investigaciones que reportan mejoras en sub habilidades del pensamiento computacional cuando la mediación tecnológica incorpora retos, secuenciación y andamiaje. En particular, los hallazgos de Caballero-González y García-Valcárcel (2020) , quienes muestran que la resolución de tareas estructuradas y la planificación de acciones en entornos favorecen componentes vinculados al pensamiento algorítmico y la abstracción en educación primaria. De forma igual manera, los resultados se alinean con lo reportado por Brennan y Resnick (2012) ya que la interacción con entornos digitales basados en práctica progresiva y retroalimentación contribuye al desarrollo de conceptos computacionales en edades tempranas, especialmente cuando el estudiante debe construir y verificar secuencias de acción. Asimismo, estos efectos observados son coherentes con estudios que han documentado ganancias en pensamiento computacional mediante mediaciones digitales inmersivas y de simulación, como el caso de George-Reyes et al. (2023) , donde se destaca el valor de actividades que obligan a anticipar decisiones, comprobar rutas y ajustar procedimientos. En conjunto, estas evidencias respaldan que la mediación digital puede

potenciar procesos cognitivos específicos cuando se integra con intencionalidad didáctica y progresión de dificultad, más allá de la exposición a contenidos.

Este resultado es relevante porque sugiere que la intervención no solo se asocia con variaciones puntuales en una habilidad aislada, sino con un cambio global consistente en el conjunto de variables dependientes que operacionalizan el pensamiento computacional en el estudio.

Un aspecto metodológicamente importante es que el desempeño inicial (pretest) mostró un efecto significativo y de gran magnitud sobre las variables dependientes, confirmando que el nivel de partida explica una proporción sustantiva del rendimiento final. Este comportamiento refuerza el sentido de utilizar la MANCOVA con covariable, ya que controlar el pretest permite interpretar las diferencias del posttest como un efecto atribuible, con mayor rigor, a la condición de intervención y no solamente a ventajas iniciales.

Al examinar los efectos específicos, el análisis univariado mostró que el grupo tuvo un impacto significativo en ambas habilidades. En pensamiento algorítmico el efecto fue estadísticamente significativo y de magnitud grande ($F(1, 67) = 95.84, p < .001, \eta^2 = .589$), mientras que en abstracción también se presentó un efecto significativo, con tamaño de efecto moderado–alto ($F(1, 67) = 40.17, p < .001, \eta^2 = .375$).

Este patrón sugiere que la estrategia pedagógica digital favoreció el desarrollo de ambas sub habilidades, aunque con una intensidad mayor en pensamiento algorítmico. Una lectura pedagógica coherente con el diseño del OVA es que las actividades de secuenciación, ordenamiento de pasos, toma de decisiones y resolución de rutas propias del enfoque algorítmico se trabajaron de forma más explícita y recurrente, lo cual puede explicar un efecto superior en dicha dimensión. En cambio, la abstracción, que implica selección de elementos relevantes,

reducción de información y generalización, suele demandar mayor exposición y diversidad de situaciones para consolidarse, especialmente en edades tempranas.

La dirección de estas diferencias se observa con claridad en las medias marginales estimadas del postest, controlando el puntaje del pretest ($BCTt_pre_total = 16.341$). En pensamiento algorítmico, el grupo experimental alcanzó una media ajustada de 8.66 frente a 7.19 en el grupo control; en abstracción, el grupo experimental obtuvo 8.58 frente a 7.34 del grupo control.

Este resultado es especialmente importante para la discusión, pues muestra que el efecto no se limita a significancia estadística, sino que mantiene una diferencia consistente en el rendimiento ajustado, a favor de quienes trabajaron con el OVA que integró la estrategia pedagógica digital.

Es importante enfatizar que las diferencias encontradas no se atribuyen a la sola presencia del recurso digital. En el estudio, ambos grupos accedieron a un OVA bajo condiciones equivalentes de dosificación (tres sesiones de 45 a 60 minutos) y acompañamiento general, y la diferencia crítica estuvo en la mediación pedagógica incorporada en la versión experimental. En ese sentido, el grupo control trabajó con una versión informativa (videos y actividades generales sin estructura específica de pensamiento computacional, sin micro-retos secuenciados ni andamiaje), mientras que el grupo experimental interactuó con actividades orientadas al trabajo sistemático de secuenciación, verificación, selección de información relevante y resolución de retos con apoyos graduados. Por tanto, el efecto observado se interpreta como resultado de la organización pedagógica de la experiencia (estrategia digital) y no como un efecto inespecífico del uso de tecnología.

La solidez de estas inferencias se apoya en el cumplimiento de los supuestos estadísticos requeridos por la MANCOVA. La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas ($p > .05$)

para ambas variables dependientes, la prueba de Box no resultó significativa ($p = .688$) respaldando la igualdad de matrices de covarianzas y la interacción Grupo \times BCTt_pre_total no fue significativa, lo que sugiere homogeneidad de pendientes y comparabilidad en la relación entre la covariable y las variables dependientes.

Adicionalmente, se observaron correlaciones positivas y significativas entre el pretest y los resultados del posttest, así como una relación alta entre pensamiento algorítmico y abstracción en el posttest, lo cual justifica el enfoque multivariado del análisis. En conjunto, estos hallazgos dialogan con los vacíos identificados en el estado del arte, donde se señaló la necesidad de investigaciones que evalúen estrategias pedagógicas específicas implementadas mediante recursos digitales, y que además permitan observar resultados diferenciados en sub habilidades concretas del pensamiento computacional en primaria.

La evidencia obtenida en esta investigación contribuye a ese campo, al mostrar que la mejora observada no se explica por el acceso a un recurso digital en sí mismo, sino por la organización pedagógica de la experiencia de aprendizaje que dicho recurso vehiculiza.

7.2 Conclusiones

A partir del análisis multivariado y univariado, se concluye que la estrategia pedagógica digital implementada mediante el OVA se asocia con mejoras significativas en el desarrollo de pensamiento algorítmico y abstracción en estudiantes de cuarto de primaria. La MANCOVA evidenció un efecto multivariado significativo del grupo con tamaño de efecto grande ($\eta p^2 = .621$), lo que indica que, al controlar el desempeño inicial, la pertenencia al grupo experimental se relaciona con un rendimiento final superior en el conjunto de habilidades evaluadas.

De manera consistente, los análisis univariados confirmaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental tanto en pensamiento algorítmico como en abstracción, con tamaños de efecto que muestran un impacto especialmente fuerte en el componente algorítmico.

Este comportamiento es coherente con la naturaleza de las tareas implementadas, pues el pensamiento algorítmico se alinea de manera directa mediante ejercicios de secuenciación, ordenamiento lógico y toma de decisiones paso a paso, mientras que la abstracción aunque mejora, suele requerir mayor variedad de situaciones para consolidar procesos de generalización y selección de información relevante.

Además de esto con los recursos obtenidos se sugiere de recursos digitales (OVA) en cuarto de primaria se acompañe de una estrategia explícita: organizar el trabajo en micro retos con progresión de dificultad, solicitar que el estudiante “haga visible” el algoritmo (pasos antes de ejecutar), incorporar andamiaje graduado a modo de pistas por niveles que se retiran progresivamente, promover actividades de abstracción centradas en identificar lo esencial y justificar decisiones, y cerrar cada sesión con una reflexión breve que favorezca depuración y transferencia, es recomendable garantizar condiciones de fidelidad para que el efecto se atribuya a la experiencia pedagógica y no solo al acceso al recurso.

Finalmente, al considerar las medias ajustadas del posttest, se concluye que el efecto se mantiene incluso después de controlar el pretest: el grupo experimental obtiene puntajes superiores en pensamiento algorítmico (8.66 vs. 7.19) y en abstracción (8.58 vs. 7.34).

En relación al estudio, la evidencia empírica permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y respaldar la hipótesis alternativa (H_1), dado que la estrategia pedagógica digital mostró un efecto significativo sobre las dos sub habilidades evaluadas.

8. Limitaciones y alcances

8.1 Limitaciones del estudio

Los resultados obtenidos deben interpretarse a la luz de ciertas condiciones metodológicas y contextuales propias de la investigación. En primer lugar, el estudio se desarrolló bajo un diseño cuasiexperimental con grupos conformados de manera natural en la institución, sin asignación aleatoria de participantes, en un esquema pretest–intervención–postest. Esta característica, habitual en contextos escolares reales, limita el control absoluto sobre variables externas, por lo que, aunque el análisis controló el nivel inicial mediante covariable, no puede afirmarse una causalidad “pura” en los términos de un experimento aleatorio.

En segundo lugar, la intervención se implementó en un periodo relativamente breve de tres sesiones, una por semana, con duración aproximada de 45 a 60 minutos.

Este tiempo es suficiente para evidenciar cambios medibles como se observó en los resultados, pero restringe el análisis de procesos de consolidación a mediano plazo, transferencia de habilidades a nuevas tareas o permanencia del aprendizaje. En consecuencia, los efectos encontrados representan el impacto inmediato de la estrategia, más que la estabilidad del desarrollo de las subhabilidades en el tiempo.

Adicionalmente, la muestra correspondió a 70 estudiantes de cuarto de primaria (8 a 10 años) de la Institución Educativa Isla del Sol (Bogotá D.C.), distribuidos en 35 estudiantes por grupo, Esto

implica que la generalización de los hallazgos debe hacerse con cautela para otros contextos institucionales, regiones, grados escolares o poblaciones con características sociodemográficas distintas. El estudio ofrece evidencia sólida para el contexto investigado, pero requiere réplicas en escenarios diversos para fortalecer su validez externa.

Desde el punto de vista instrumental, la medición se realizó mediante el Beginners Computational Thinking Test (BCTt) aplicado como pretest posttest. Si bien esto asegura consistencia en la comparación, también supone posibles efectos asociados a la familiaridad con el formato del instrumento (efecto de práctica). Este aspecto no invalida el análisis, pero sí invita a considerar, en futuras investigaciones, medidas complementarias (tareas auténticas, desempeño en actividades de aula o evaluación diferida) para ampliar la evidencia sobre el aprendizaje.

En lo estadístico, los supuestos para aplicar MANCOVA fueron verificados y se consideraron adecuados para continuar; por ejemplo, las varianzas resultaron homogéneas (Levene $p > .05$) y la prueba de Box no fue significativa ($p = .688$), apoyando la igualdad de matrices de covarianza.

No obstante, se reportaron desviaciones leves de normalidad en algunas combinaciones variable-grupo, aunque sin evidencia de asimetrías extremas o atípicos severos, y se asumió la robustez del modelo ante violaciones moderadas.

En esa línea, el estudio trabajó con casos completos y no se identificaron datos atípicos severos (distancia de Mahalanobis), lo cual fortalece la consistencia de la base de datos. Finalmente, aunque el diseño distinguió con claridad dos condiciones OVA con estrategia pedagógica digital en el grupo experimental y OVA sin estrategia en el grupo control, siempre existe la posibilidad de variaciones en la fidelidad de implementación (acompañamiento docente, ritmo de trabajo,

motivación o condiciones tecnológicas del aula). Estas variaciones son inherentes a la intervención en contextos reales y deben considerarse como parte de la ecología del estudio.

8.2 Alcances y aportes del estudio

A pesar de las limitaciones señaladas, la investigación ofreció alcances relevantes en el campo del pensamiento computacional en educación primaria.

En términos metodológicos, el estudio aporta evidencia cuantitativa robusta al emplear un modelo MANCOVA que controla el nivel inicial, permitiendo estimar el efecto del grupo sobre el desempeño en el posttest con mayor rigor.

La magnitud del efecto multivariado hallado a favor del grupo experimental (Traza de Pillai = .621; $p < .001$; $\eta^2 = .621$) respalda que la estrategia implementada mediante el OVA se asocia con diferencias sustantivas en el conjunto de habilidades evaluadas.

En términos pedagógicos, el alcance central del estudio consiste en mostrar que el valor del recurso digital no reside únicamente en “usar un OVA”, sino en la estrategia pedagógica que lo estructura.

En particular, se evidenció un efecto significativo del grupo tanto en pensamiento algorítmico como en abstracción, incluso después de controlar el pretest, con tamaños de efecto que reflejan un impacto especialmente marcado en pensamiento algorítmico.

Esto resulta coherente con la intencionalidad formativa del diseño: el grupo experimental interactuó con una versión del OVA orientada al trabajo sistemático de actividades vinculadas al

pensamiento computacional, mientras que el grupo control trabajó una versión sin dicha estructura.

Asimismo, el estudio contribuye a cerrar vacíos del campo al enfocarse en subhabilidades específicas (abstracción y pensamiento algorítmico) y no únicamente en un indicador global del pensamiento computacional.

De este modo el estudio puede orientar decisiones curriculares e institucionales sobre cómo diseñar experiencias digitales que efectivamente promuevan procesos cognitivos y no solo acceso a contenidos.

En términos de aplicabilidad, el OVA y la estrategia pedagógica digital constituyen una propuesta replicable para contextos similares, especialmente en instituciones que buscan fortalecer el uso pedagógico de TIC en primaria.

Si bien la generalización debe hacerse con recato, el estudio ofrece una base empírica sólida para justificar implementaciones institucionales acompañadas de ajustes, seguimiento y evaluación.

A partir de los alcances y limitaciones, se recomienda que investigaciones posteriores amplíen el tiempo de intervención, incorporando mediciones de seguimiento (postest diferido) y complementando el enfoque cuantitativo con evidencia cualitativa (observación de aula, análisis de interacción con el OVA o entrevistas) para comprender no solo “si” mejora el rendimiento, sino “cómo” se producen los cambios. De igual forma, sería pertinente replicar el estudio en otras instituciones y con muestras amplias para fortalecer la validez externa, así como explorar efectos diferenciados según grado escolar u otras variables educativas relevantes.

9. Fuentes bibliográficas

Adell, J., Esteve, F., Llopis, M. Á., & Valdeolivas, M. G. (2019). El pensamiento computacional en la educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>

Adell, J., Esteve, F., Llopis, M. Á., & Valdeolivas, M. G. (2019). El pensamiento computacional en educación: Una revisión de las perspectivas, debates y propuestas. En *Escuelas y Tecnología Educativa en evolución* (pp. 151-158). Burgos.

Almeida, F., & Simões, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136.

Álvarez Rodríguez, M. (2017). Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch. *UTE Teaching & Technology (Universitas Tarraconensis)*, 1(2), 45-64. <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/1820>

Barragán Bohórquez, R., & Puello Beltrán, J. J. (2008). Un modelo para evaluar objetos virtuales de aprendizaje (OVA). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/12624>

Basogain, X., Olabe, J. C., & Olabe, M. A. (2015). Pensamiento computacional a través de la programación: Paradigma de la alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 15(46), 1-23.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice*. Luxembourg: Joint Research Centre. <http://doi.org/10.2791/792158>

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), Vancouver, BC, Canada, 13–17 April 2012.

[ScratchEd+1](#)

Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en educación primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society*, 21, 101–1015. <https://doi.org/10.14201/eks.21443>

Computing at School. (2015). *Computational thinking: A guide for teachers*. Computing at School. <https://www.computingschool.org.uk>

Cossío Acosta, P. M. (2021). Pensamiento computacional: habilidades para la vida. *Innovación Educativa*, 23(Especial), 178–189. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3693>

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking: A guide for teachers*. Computing at School. Retrieved from <http://computingschool.org.uk/computationalthinking>

Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>

Dietes Cárdenas, F. J. (2023). Importancia de la implementación de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) en la educación. *Dialéctica*, 2(20). <https://doi.org/10.56219/dialectica.v2i20.2131>

Esteve-González, V., Borrull, A., & Valls, C. (2023). Fomentando el pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado: una experiencia para futuros docentes de educación infantil. *Campus Virtuales*.

Gamito, R., Aristizabal, P., Basasoro, M., & León, I. (2022). Integración del pensamiento computacional en educación: experiencias y enfoques. *International Journal of Technology and Educational Innovation*.

Garnica Garnica, A., & Ramos Rivadeneira, D. X. (2023). Pensamiento computacional y su relación con competencias en matemáticas. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*.

George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference* (16th ed.). Routledge.

George-Reyes, C. E., López-Caudana, E. O., Ramírez-Montoya, M. S., & Ruiz-Ramírez, J. A. (2023). Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: caso de estudio secuencial. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.540841> [Revistas de la Universidad de Murcia+1](#)

Gil-Vera, V. D., & Ramírez Bermúdez, A. (2022). Objetos Virtuales de Aprendizaje: Un Análisis de Sentimientos. *Revista Innovación Digital y Desarrollo Sostenible - IDS*, 3(1), 7 - 15. <https://doi.org/10.47185/27113760.v3n1.80>

Gómez, M. M. (2019, julio 22). Objetos virtuales de aprendizaje. Comunidad e-Learning Masters. <http://elearningmasters.galileo.edu/2019/02/01/objetos-virtuales-de-aprendizaje/>

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>

Gutiérrez-Aguilar, O., Chirinos-Tovar, K., Huamán-Gutiérrez, R., & otros. (2024). Desarrollo del pensamiento computacional en contextos educativos: revisión y perspectivas. *Education and Science Innovation Review*, 9, 01-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1821>

International Society for Technology in Education (ISTE) & Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). *Computational thinking: Leadership toolkit*. Operational definition of computational thinking for K-12 education.

José Gregorio Camargo Rodríguez. (2021). Aprendizaje basado en proyectos y su relación con la retención académica en un curso de fundamentos de programación.

Lamda Kdy López Pinzón. (2019). Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional mediante actividades conectadas y desconectadas en estudiantes de grados sexto y séptimo.

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>

León Alvarado, M. E., & Alcivar Gallegos, E. (2023). Efectos de la aplicación de proyectos de objetos virtuales de aprendizaje en el proceso educativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5954-5971. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4895

Londoño Cardona, M. Y. (2024). Más allá del juego: la resolución de problemas y el pensamiento computacional. *Revista Franz Tamayo*, 6(16), 29–42.

<https://doi.org/10.61287/revistafranztamayo.v.6i16.9>

Miranda Pinto, M. S. (2019). Programación y robótica en educación: retos educativos en la sociedad y cultura posmoderna. *Retos educativos en la sociedad y cultura posmoderna*, 25, 248–276.

Moreira-Choez, J. S., Mera-Plaza, C. L., & Vera-Anzules, F. E. (2021). Objetos virtuales de aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), 926–934. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i3.2064> [Dominio de las Ciencias+1](#)

Parra-Vallejo, M. J. (2022). Aplicación de las TIC, b-Learning y objetos virtuales en entornos educativos. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(2), 29–41.

<https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.312>

Pérez, L., & Roig-Vila, R. (2015). El pensamiento computacional: un enfoque para la resolución de problemas. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 53, 1-16.

Raja, M. (2014). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Journal of Educational Technology*, 11(2), 20-30.

Saldaña Aldana, H. (2024). La computación en la educación mexicana: un testimonio de medio siglo de evolución. *Anuario Mexicano de Historia de la Educación*, 4(1), 405–413.

<https://doi.org/10.29351/amhe.v4i1.653>

Saltos, J., Pérez, C., & López, A. (2021). La integración de pensamiento computacional en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación Digital*, 17(3), 78-94.

Sampedro, G. M. E., Pabón, P. D. M., Analuisa, Maiguashca, J. A., & otros. (2019). *Bit by Bit*. VII, 43. UNESCO. (2019). *Educación y TIC*. SITEAL, 1-11.

Selby, C. C. (2015). *Relationships: Computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's taxonomy*. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '15)* (pp. 80–87). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/2818314.2818315>

Sepúlveda Durán, C. M., Arévalo-Galán, A., & García-Fernández, C. M. (2023). Desarrollo del pensamiento computacional con enfoque didáctico. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 20, 69-100.
<https://doi.org/10.5209/reciem.83821>

Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296.

UNESCO. (2019). Educación y TIC: Documento de eje (Fecha de actualización: 05/2019). SITEAL.
https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/siteal_educacion_y_tic_20190607.pdf

Valero Vargas, R. E., Palacios Rozo, J. J., & González Silva, R. (2019). Tecnologías de la Información y la Comunicación y los Objetos Virtuales de Aprendizaje: un apoyo a la presencialidad. *Revista Vínculos*, 16(1), 82–91. <https://doi.org/10.14483/2322939X.15537>

Wilson Rodríguez. (2023). Objetos virtuales de aprendizaje en contextos educativos. *Dialéctica*, 1(20). <https://doi.org/10.56219/dialectica.v1i20.1669>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2020). *Computational Thinking Test for Beginners: Design and Content Validation*. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1905–1914). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125368>

UNESCO. (2019). Educación y TIC: Documento de eje (Fecha de actualización: 05/2019). SITEAL. https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/siteal_educacion_y_tic_20190607.pdf

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Consentimiento informado para acudientes

Título del estudio: Efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional implementada mediante un OVA en estudiantes de primaria.

Institución: Institución Educativa Distrital Isla del Sol IED

Investigador: Sebastian Antony Ramirez T, Maestría en tecnologías de la información aplicadas a la educación, Universidad Pedagógica Nacional.

Estimada/o madre o padre de familia o acudiente. Por medio de la presente, Se invita a su hijo(a) a participar en un estudio educativo que consiste en aplicar una prueba antes y después de una actividad digital (OVA) con fines pedagógicos. La participación no implica riesgos físicos y no afecta las calificaciones académicas. La participación es voluntaria. Puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Los datos serán anónimos, usando códigos. La información se usará sólo con fines académicos y de investigación.

Aceptación:

Yo, _____, identificado(a) con _____, autorizó la participación de mi hijo(a) _____ para aplicar los instrumentos de recolección de datos: del trabajo de investigación titulado: “Efecto de una estrategia digital basada en actividades de pensamiento computacional implementada mediante un OVA en estudiantes de primaria.” Así mismo, acepto que la información en mención se emplee únicamente con fines académicos.

Firma del acudiente C.C:

Anexo 2. Cuadernillo Aplicación BCTt

CUADERNILLO DE APLICACIÓN

Beginners Computational Thinking Test (BCTt) – Pretest / Posttest

1. Identificación

Institución:		Sede / Jornada:	
Aplicación:	<input type="checkbox"/> Pretest <input type="checkbox"/> Posttest	Fecha:	
Grado:		Grupo:	
Código estudiante (ID):		Edad:	
Hora inicio:		Hora fin:	
Aplicador:		Observador (opcional):	

2. Instrucciones al estudiante (leer en voz alta)

- Esta prueba no es para nota. Responde con calma y por ti mismo(a).
- Marca SOLO UNA opción por pregunta (con una X).
- Si una pregunta es difícil, pasa a la siguiente y vuelve al final.
- El aplicador puede repetir instrucciones, pero no puede indicar respuestas.
- Tiempo total sugerido: 40 minutos

HOJA DE RESPUESTAS – BCTt (25 ítems)

Marque con una X la opción elegida en cada ítem. No marque dos opciones.

Ítem	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

23				
24				
25				

4. Control de calificación (para uso del equipo investigador)

Clave utilizada (versión):		Momento:	<input type="checkbox"/> Pretest <input type="checkbox"/> Posttest
Calificador:		Fecha de calificación:	
Puntaje total (0–25):		Observaciones:	
Puntajes por categorías (opcional):	Secuencias ____ Bucles ____ Condicionales ____		

REGISTRO DE INCIDENCIAS – Aplicación BCTt

Complete este registro sólo si ocurre alguna situación que pueda afectar la aplicación o la calidad de los datos.

<input type="checkbox"/> Interrupción externa (ruido/entrada de personas)	Descripción:
<input type="checkbox"/> Estudiante se retiró	ID y motivo:
<input type="checkbox"/> Malestar / enfermedad	ID y observación:
<input type="checkbox"/> Necesidad de apoyo por lectura/visión (ajuste permitido)	ID y ajuste aplicado:
<input type="checkbox"/> Conducta disruptiva o intento de copia	ID y acción tomada:
<input type="checkbox"/> Tiempo insuficiente por incidente	Descripción:
<input type="checkbox"/> Aplicación fuera de horario planificado	Descripción:
<input type="checkbox"/> Material incompleto (hoja/cuadernillo)	Descripción:
<input type="checkbox"/> Otro	Descripción:
<input type="checkbox"/> Firma del aplicador	

Anexo 3. Acceso y verificación del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

URL: <https://view.genially.com/65276cbdbba5d00109609bb/guide-aventuras-en-la-programacion-de-pensamiento-computaciona>.



Anexo 4. Cuestionario breve de percepción

Instrucción para el estudiante: “Marca la carita que mejor muestre cómo te fue.”

Escala:

- 5 = 😄 Muy fácil / me gustó mucho
- 4 = 😊 Fácil
- 3 = 😐 Más o menos
- 2 = 😞 Difícil
- 1 = 😡 Muy difícil / no me gustó

Ítem

	😊 5	😊 4	😐 3	😞 2	😡 1
1. Me fue fácil entrar al OVA y comenzar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Me fue fácil encontrar los botones y moverme por las pantallas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Entendí bien las instrucciones de las actividades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Me fue fácil hacer el **micro-reto**

5. La **retroalimentación** (mensajes de acierto/error) fue clara

6. Me gustó aprender con este OVA

7. Me gustaría usarlo otra vez