

# **Evaluación del Impacto de la Formación en Pensamiento Computacional en Docentes de Secundaria: Un Estudio Comparativo en Armenia, Quindío**

## **Evaluation of the Impact of Computational Thinking Training on Secondary School Teachers: A Comparative Study in Armenia, Quindío**

Eduardo Alejandro Gallo R.

UMECIT

Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología, Panamá

Armenia, Quindío, Colombia

0009-0007-7262-5463

---

### **Resumen**

El presente estudio evaluó el impacto de la formación en pensamiento computacional (PC) en docentes de secundaria en Armenia, Quindío, comparando el desempeño en habilidades de PC entre docentes con formación específica (DSF,  $n=53$ ) y sin formación (DNF,  $n=213$ ). Mediante un diseño cuantitativo comparativo, se aplicó una prueba basada en la iniciativa Bebras, que midió las dimensiones de pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción. Los resultados, analizados con el test U de Mann-Whitney, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p > 0,05$ ), aunque el grupo DSF obtuvo medias ligeramente superiores en pensamiento algorítmico (0,81 vs. 0,70) y descomposición (0,43 vs. 0,35). La abstracción presentó dificultades significativas, con un 84,91 % (DSF) y 82,63 % (DNF) de respuestas incorrectas en la pregunta 7, mientras que la pregunta 8 mostró un mejor desempeño (86,79 % vs. 88,73 %). Estos hallazgos sugieren que la formación, tal como se implementó, tuvo un impacto limitado, posiblemente debido a su carácter voluntario y falta de enfoque práctico. Se concluye que los programas de capacitación deben rediseñarse para incluir actividades contextualizadas y evaluaciones formativas que promuevan la aplicación práctica de las habilidades de PC. Los resultados son relevantes para contextos latinoamericanos con programas de formación similares, destacando la necesidad de fortalecer la preparación docente para integrar el PC en la educación.

*Palabras clave:* pensamiento computacional; formación docente; habilidades cognitivas; educación secundaria.

### **Abstract**

This study evaluated the impact of computational thinking (CT) training on secondary school teachers in Armenia, Quindío, comparing the performance in CT skills between teachers with specific training (DSF,  $n=53$ ) and those without (DNF,  $n=213$ ). Using a comparative quantitative design, a test based on the Bebras initiative was applied to measure the dimensions of algorithmic thinking, decomposition, pattern recognition, and abstraction. The results, analyzed with the Mann-Whitney U test, showed no statistically significant differences between the groups ( $p > 0.05$ ), although the DSF group obtained slightly higher means in algorithmic thinking (0.81 vs. 0.70) and decomposition (0.43 vs. 0.35). Abstraction presented significant difficulties, with 84.91% (DSF) and 82.63% (DNF) incorrect responses in question 7, while question 8 showed better performance (86.79% vs. 88.73%). These findings suggest that the training, as implemented, had a limited impact, possibly due to its voluntary nature and lack of practical focus. It is concluded that training programs should be redesigned to include contextualized activities and formative assessments that promote the practical application of CT skills. The results are relevant for Latin American contexts with similar training programs, highlighting the need to strengthen teacher preparation to integrate CT into education.

**Keywords:** computational thinking; teacher training; cognitive skills; secondary education.

---

Date of Submission: 12-07-2025

Date of acceptance: 24-07-2025

---

## **I. Introducción**

El pensamiento computacional (PC) ha emergido en las últimas dos décadas como una competencia transversal clave para el siglo XXI, con relevancia en áreas STEM y el desarrollo integral de los ciudadanos. Fomenta habilidades cognitivas como razonamiento lógico, abstracción, resolución de problemas y descomposición de tareas complejas (Grover & Pea, 2013; Wing, 2006). La UNESCO (2021) lo considera una alfabetización contemporánea, comparable a la lectura, escritura y matemáticas, por su potencial para preparar a las personas en entornos digitales. A nivel global, muchos países han integrado el PC en currículos escolares desde edades tempranas, promoviendo no solo competencias tecnológicas, sino también creatividad, pensamiento crítico y autonomía intelectual (Bocconi et al., 2016; Román-González et al., 2018). Sin embargo, su implementación efectiva depende de la capacidad docente para comprender sus fundamentos y traducirlos en prácticas pedagógicas contextualizadas (Sáez López & Cózar Gutiérrez, 2016; Voogt et al., 2015), lo que plantea desafíos para la formación inicial y continua del profesorado.

En Colombia, el PC no es obligatorio en los planes de estudio de educación básica y media. Sin embargo, iniciativas como Computadores para Educar y programas del Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CPE, 2020, 2022; MinTIC, 2019; UTP et al., 2018) han promovido su adopción entre docentes. Estas estrategias, de carácter voluntario, varían en alcance y profundidad, generando brechas en el dominio conceptual y práctico del PC. Este desafío no es exclusivo de Colombia; estudios internacionales señalan que la formación docente en PC suele ser limitada y poco contextualizada, dificultando su aplicación en el aula debido a la falta de recursos y acompañamiento pedagógico (González Martínez et al., 2018; Kılıç & Çakıroğlu, 2022; Li et al., 2020).

### **Estado del Arte: Habilidades de PC en docentes**

La literatura destaca que el PC debe ser una competencia clave en la formación docente para integrarlo en el currículo escolar (Dagiené & Futschek, 2008; Shute et al., 2017; Wing, 2006). Los docentes son agentes fundamentales en este proceso, pero enfrentan desafíos debido a lagunas en su formación (Kong, 2019; UNESCO et al., 2022). Iniciativas globales, como la campaña CT for All de ISTE/CSTA o la incorporación de "Computing" en el currículo del Reino Unido, han evidenciado la necesidad de capacitar al profesorado en servicio (Kong, 2019). En Suecia, Zhang (2020) documentó que docentes con formación limitada enfrentaron dificultades para enseñar abstracción y reconocimiento de patrones tras la integración del PC en matemáticas y tecnología, aunque mejoraron con desarrollo profesional continuo.

En Latinoamérica, la formación docente en PC es escasa y poco contextualizada (Hevia et al., 2023; Ramos Rivadeneira & Jiménez Toledo, 2024). Sin embargo, programas bien diseñados reportan resultados positivos. Bower et al. (2017) encontraron que talleres sobre PC para docentes de educación básica disiparon concepciones erróneas y ampliaron estrategias didácticas centradas en el estudiante. Yadav et al. (2017) observaron que módulos de PC en la formación inicial incrementaron la confianza y conocimientos de futuros profesores. Combinar actividades desenchufadas con programación tangible es efectivo, ya que permite vivenciar el PC de forma aplicada (Brennan & Resnick, 2012; Jeng et al., 2019, 2023; Serrano & Ortuño, 2021).

La evaluación del PC en docentes es un componente clave. Las tareas Bebras, utilizadas tanto pedagógicamente como en evaluación diagnóstica, han demostrado mejorar competencias como abstracción y algoritmos (Dagiené et al., 2017; Dagiené & Futschek, 2008). Bavera et al., (2019, 2020) reportaron que docentes de primaria resolvieron retos Bebras de complejidad media tras formación. Pruebas estandarizadas como el CTt y cCTt también son prometedoras, aunque su uso en América Latina es limitado (El-Hamamsy et al., 2022; Lafuente Martínez et al., 2022). En Colombia, Espinal et al. (2021) evaluaron un programa de 20 horas en Antioquia, observando mayor interés y conocimiento docente para integrar PC, aunque con retos en la práctica.

La literatura advierte que programas formativos sin enfoque pedagógico adecuado o seguimiento tienen impacto limitado (Hsu et al., 2018; Israel et al., 2015). Muchos docentes carecen de formación en ciencias de la computación, afectando su confianza. Zeng et al. (2023) encontraron que docentes de educación inicial en China comprendieron conceptos de PC tras un programa breve, pero enfrentaron dificultades en descomposición y depuración (Kılıç & Çakıroğlu, 2022; Zeng et al., 2023). Algunos estudios destacan que muchos docentes intentan implementar PC sin capacitación suficiente, y que las actividades desenchufadas son subutilizadas frente a la programación de robots, evidenciando la necesidad de enfoques pedagógicos equilibrados (Ortuño Meseguer & Serrano, 2023).

### **Contexto y Justificación del Estudio**

Este artículo, derivado de una investigación doctoral, analiza el impacto de programas de formación en PC en docentes de secundaria y media en Armenia, Quindío. A diferencia de estudios centrados en percepciones, este trabajo mide objetivamente las habilidades cognitivas de PC, comparando docentes con formación específica (DSF) y sin formación (DNF). La pregunta de investigación es: ¿existen diferencias significativas en el desarrollo

de habilidades de PC entre ambos grupos? Para responderla, se diseñó un instrumento de evaluación basado en cuatro dimensiones fundamentales del PC: pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción, siguiendo los lineamientos de la iniciativa Bebras. Estas dimensiones, ampliamente reconocidas en la literatura (Grover & Pea, 2013; Román-González et al., 2018; Wing, 2006). Compuesto por ocho preguntas (dos por dimensión), no requiere conocimientos de programación, siendo accesible para docentes con diversa experiencia tecnológica. El estudio busca generar evidencia empírica sobre el impacto de la formación en PC, aportando insumos para futuras iniciativas de capacitación en contextos similares.

## II. Método

### Diseño

Este estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo de tipo comparativo y transversal. Se optó por un diseño no experimental, dado que no se manipuló ninguna variable de manera directa, sino que se observaron y analizaron diferencias naturales entre dos grupos de docentes en función de su participación previa en programas de formación en pensamiento computacional (PC). Esta elección responde al interés por establecer relaciones entre la variable independiente —formación específica en PC— y la variable dependiente —nivel de habilidades en PC—, a partir de la recolección de datos en un único momento temporal (Hernández Sampieri et al., 2014).

El carácter comparativo del estudio radica en la intención de identificar posibles diferencias en las dimensiones del PC entre docentes que han recibido formación específica y aquellos que no. Así, el análisis se centra en las habilidades vinculadas con el pensamiento algorítmico, la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción, siguiendo los marcos conceptuales propuestos por varios autores (Brennan & Resnick, 2012; Kotsopoulos et al., 2017; Román-González et al., 2017; Wing, 2006).

El diseño también puede considerarse de tipo descriptivo en tanto busca caracterizar el desempeño de los docentes en las pruebas aplicadas, con el fin de establecer perfiles de habilidad y posibles brechas asociadas a la variable formación. Esta aproximación metodológica permite una comprensión más precisa de los efectos de las iniciativas de capacitación docente en el contexto colombiano, y aporta insumos empíricos para la toma de decisiones en políticas públicas y programas de desarrollo profesional.

La investigación forma parte de un proyecto doctoral más amplio, centrado en el impacto de los programas de formación en PC sobre las estrategias pedagógicas, habilidades y percepciones de los docentes de secundaria y media del municipio de Armenia, Quindío. Este artículo aborda de manera específica el análisis de las habilidades de PC.

### Participantes

La población objetivo para este estudio estuvo constituida por los docentes de educación básica secundaria y media de las instituciones educativas oficiales del municipio de Armenia, Quindío (Colombia). Según registros actualizados de la Secretaría de Educación Municipal para el año 2024, esta población ascendía a 700 docentes, distribuidos en 27 instituciones urbanas y una rural. Esta cifra representó un ajuste respecto a la población inicialmente identificada en 2023 (N=815), como consecuencia de que tres instituciones educativas declinaron su participación en la investigación por razones administrativas, a pesar de contar con el aval oficial.

Para la selección de los participantes, se calculó un tamaño de muestra de 249 docentes, aplicando una fórmula para población finita con un margen de error del 5 % y un nivel de confianza del 95 %, con el fin de asegurar la validez estadística de los resultados. Se buscó una selección aleatoria de los participantes dentro de las instituciones educativas que accedieron a colaborar, procurando una representación proporcional del número de docentes por institución (ver Tabla 1). Si bien en casos puntuales la asignación final de los instrumentos dependió de la disponibilidad horaria de los docentes en el momento de la aplicación, se mantuvo el principio de diversidad en áreas de conocimiento y niveles para asegurar una muestra heterogénea y representativa del colectivo docente (Hernández Sampieri et al., 2014).

Tabla 1

*Distribución de la muestra por instituciones educativas participantes.*

	Institución Educativa	Total, Docentes Secundaria y Media	Muestra
1	Bosques de Pinares	26	9
2	Cámara Junior	28	10
3	Camilo Torres	17	6
4	CASD Hermógenes Maza	25	9
5	Ciudad Dorada	22	8
6	Ciudadela Cuyabra	17	6
7	Ciudadela de Occidente	27	10
8	Ciudadela del Sur	45	16
9	Cristóbal Colon	24	9
10	El Caimo	18	6
11	Enrique Olaya Herrera	17	6

12	Escuela Normal Superior	59	21
13	Eudoro Granada	16	6
14	Gustavo Matamoros D Costa	24	9
15	INEM José Celestino Mutis	36	13
16	Instituto Técnico Industrial	26	9
17	La Adíela	29	10
18	Las Colinas	13	4
20	Los Quindos	38	14
21	Marcelino Champagnat	26	9
22	Nacional Jesús María Ocampo	21	7
23	Nuestra Señora de Belén	22	8
24	República de Francia	11	4
25	Rufino José Cuervo Centro	50	18
26	Rufino José Cuervo Sur	43	15
27	Santa Teresa de Jesús	20	7
TOTAL		700	249

En términos de sus características principales, los docentes participantes se distribuyen en diversas áreas del conocimiento, con mayor representación en las asignaturas de matemáticas, tecnología e informática, ciencias naturales y humanidades. Esta composición interdisciplinaria permitió observar el desarrollo de habilidades en pensamiento computacional más allá del área tecnológica, en coherencia con su carácter transversal y formativo (Voogt et al., 2015).

En relación con la formación académica, la mayoría de los docentes posee título de licenciatura, y un porcentaje considerable ha cursado estudios de posgrado, especialmente especializaciones. En cuanto a la experiencia profesional, se evidenció una alta diversidad: desde docentes noveles con menos de cinco años de servicio hasta profesionales con más de veinte años en el sistema educativo oficial.

Desde una perspectiva sociodemográfica, la muestra mostró un equilibrio entre hombres y mujeres, con una leve mayoría femenina. La edad de los docentes oscila entre los 25 y los 60 años, concentrándose especialmente entre los 35 y 50 años, etapa asociada a estabilidad laboral y madurez profesional.

Para efectos del análisis, los docentes fueron clasificados en dos grupos: docentes con formación (DSF), quienes reportaron haber participado en uno o más programas de formación en pensamiento computacional ofrecidos por entidades como MinTIC, el Ministerio de Educación Nacional, Computadores para Educar u otras instituciones; y docentes sin formación (DNF), quienes manifestaron no haber recibido formación específica en esta competencia. Esta clasificación permitió establecer comparaciones significativas en el desarrollo de habilidades de PC entre ambos grupos, lo que responde directamente a uno de los objetivos centrales del estudio.

### **Instrumentos**

Si bien el estudio general contempla diversas variables e instrumentos, en este artículo se aborda exclusivamente el desarrollo de habilidades en PC, focalizando el análisis en los niveles de desempeño evidenciados por los docentes en dicha competencia. Para tal fin, se utilizó una prueba objetiva de opción múltiple con única respuesta correcta, diseñada para valorar el dominio en cuatro dimensiones fundamentales del pensamiento computacional: pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción (Csizmadia et al., 2015; MinTIC & British Council, 2022; Selby & Woollard, 2013).

El instrumento, identificado en la investigación como Instrumento 01 – I01 (<https://goo.su/5LZ19A>), estuvo conformado por ocho ítems, dos por cada dimensión, distribuidos progresivamente en orden de dificultad. Los ítems se construyeron con base en situaciones contextualizadas que permitieran valorar tanto la comprensión conceptual como la capacidad de resolución de problemas. La prueba se diseñó a partir del banco de ítems de la iniciativa internacional Bebras (Bebras.org), reconocida por promover desafíos que permiten evaluar el PC de forma contextualizada y sin necesidad de conocimientos técnicos de programación (Dagiene et al., 2017). La adaptación de los ítems al contexto de docentes de secundaria y media colombianos se realizó con la debida autorización de Fedesoft, entidad que coordina el desafío Bebras en Colombia.

Con el objetivo de asegurar la calidad y pertinencia del instrumento, se llevó a cabo un riguroso proceso de validación. La validez de contenido fue establecida mediante juicio de expertos, donde tres doctores en educación con experiencia en tecnologías analizaron la pertinencia de los ítems, su claridad, la congruencia con los constructos teóricos de cada habilidad del PC y la adecuación técnica de las opciones de respuesta. Este procedimiento es ampliamente recomendado para instrumentos de evaluación en contextos educativos (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Los resultados de este proceso, aplicando el coeficiente de validez de contenido (CVC) arrojaron un valor global para el I01 de 0,917, indicando una alta validez de contenido (Hernández-Nieto, 2002).

Posteriormente, se realizó una prueba piloto con un grupo de diez docentes que no formaron parte de la muestra final del estudio. Este pilotaje permitió refinar la redacción de los ítems, verificar los tiempos de aplicación y asegurar la comprensión general de las tareas propuestas (Mayorga Ponce et al., 2020).

Finalmente, la confiabilidad del instrumento I01 fue estimada utilizando el coeficiente Kuder-Richardson 20 (KR-20), apropiado para pruebas con ítems dicotómicos. Los datos de la prueba piloto arrojaron un KR-20 de 0,702. Si bien este valor puede considerarse aceptable para los objetivos exploratorios de la investigación, especialmente considerando la heterogeneidad inherente al constructo del PC y la evaluación de cuatro habilidades distintas con un número reducido de ítems por habilidad, es importante reconocerlo como una posible limitación. No obstante, estudios previos que han utilizado ítems tipo Bebras también han reportado niveles de consistencia interna en rangos similares, validando su uso para la medición de estas competencias (Meza et al., 2024; Suaza et al., 2024).

### **Procedimiento**

La recolección de datos para este estudio se llevó a cabo durante el primer semestre del año 2024, siguiendo un protocolo estructurado para asegurar la calidad y consistencia de la información obtenida.

Inicialmente, se solicitó y obtuvo el permiso formal de la Secretaría de Educación Municipal (SEM) de Armenia para realizar la investigación en las instituciones educativas oficiales del municipio que imparten educación básica secundaria y media. Posteriormente, se estableció contacto con los directivos de cada una de las 27 instituciones educativas incluidas en la muestra. A través de comunicación oficial, se explicó el propósito del estudio, se solicitó su colaboración y se detallaron los requerimientos logísticos para la aplicación de los instrumentos, incluyendo la asignación de un espacio de aproximadamente dos horas dentro de la jornada laboral para los docentes seleccionados.

Una vez coordinada la logística con cada institución, se procedió a la fase de aplicación de los instrumentos. Previo a responder la prueba de habilidades en Pensamiento Computacional (I01), a cada docente participante se le presentó un formato de consentimiento informado en línea. Este documento detallaba los objetivos académicos del estudio, el carácter voluntario de la participación, la garantía de anonimato y confidencialidad de los datos, y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin consecuencias. La aceptación del consentimiento se registró mediante una casilla de verificación en el formulario digital.

Los instrumentos de evaluación, incluyendo la prueba de habilidades en PC (I01), fueron administrados en formato digital a través de enlaces a formularios en línea, los cuales fueron distribuidos a los docentes seleccionados por los directivos de cada institución, generalmente a través de correos electrónicos internos u otros medios de comunicación definidos por cada colegio. Aunque se ofreció la posibilidad de brindar apoyo presencial y tecnológico, la mayoría de las instituciones gestionó la aplicación de manera autónoma. El proceso de recolección de datos se extendió por un periodo aproximado de tres meses.

La información recopilada a través del instrumento I01 fue almacenada de manera segura y organizada para su posterior análisis. Los datos se codificaron numéricamente y se creó una matriz en el software IBM SPSS Statistics, versión 27, para el procesamiento estadístico.

### **Análisis de datos**

El tratamiento estadístico de los datos recolectados se diseñó en coherencia con el objetivo central del estudio y su hipótesis correspondiente: establecer si existen diferencias significativas en el desarrollo de habilidades en Pensamiento Computacional (PC) entre docentes de secundaria que han recibido formación específica en esta competencia (grupo DSF) y aquellos que no han accedido a procesos formativos (grupo DNF).

Previamente al análisis, se realizó una depuración de la base de datos, que incluyó la revisión de completitud y la correcta codificación de las respuestas a los ocho ítems del Instrumento 01 (I01), prueba objetiva de habilidades en PC. Para cada una de las cuatro dimensiones del PC evaluadas (Pensamiento Algorítmico, Descomposición, Reconocimiento de Patrones y Abstracción), se calculó un puntaje sumatorio a partir de las respuestas correctas a los dos ítems correspondientes (0 o 1 por ítem). Adicionalmente, se calculó un puntaje total de habilidades en PC sumando los aciertos en los ocho ítems del instrumento.

Inicialmente, se efectuaron análisis estadísticos descriptivos, incluyendo medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar, rangos) para caracterizar los puntajes obtenidos por cada grupo (DSF y DNF) en el total de habilidades y en cada una de las cuatro dimensiones del PC. Este paso exploratorio permitió obtener una visión general del desempeño y detectar tendencias preliminares.

Para determinar la técnica inferencial apropiada, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov (con corrección de significación de Lilliefors, dada la superación de 50 participantes por grupo) a los puntajes totales y por dimensión del I01. Los resultados de estas pruebas indicaron que los datos de las habilidades de PC no seguían una distribución normal ambos grupos con valores de significancia  $p < .05$ .

En consecuencia, y para contrastar las diferencias entre los dos grupos independientes en variables que no cumplían el supuesto de normalidad, se optó por la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Esta prueba es robusta y adecuada para comparar medianas cuando no se pueden asumir distribuciones normales ni homogeneidad de varianzas (Cohen et al., 2002; Hernández Sampieri et al., 2014). Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los rangos promedio de los puntajes obtenidos por el grupo DSF y DNF en el puntaje total

de habilidades en PC, así como en cada una de las cuatro dimensiones específicas. Se consideró un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Todo el análisis fue realizado con el software IBM SPSS Statistics, versión 27, garantizando la trazabilidad y precisión de los resultados.

### III. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos recolectados mediante la prueba de evaluación de habilidades en Pensamiento Computacional (Instrumento I01). Si bien el tamaño de muestra calculado inicialmente fue de 249 docentes, durante la fase de recolección en campo se logró la participación de 266 docentes, ya que algunos directivos facilitaron la inclusión de unos pocos participantes adicionales que manifestaron interés y cumplían con los criterios de inclusión. Se consideró pertinente incluir estos datos adicionales para enriquecer el análisis descriptivo general y asegurar el aprovechamiento de toda la información disponible, sin que esto afectara significativamente la estructura proporcional de la muestra originalmente planeada.

El propósito principal de este análisis es describir el desempeño general y comparar los resultados en las habilidades de PC entre el grupo de docentes con formación específica en esta competencia (DSF,  $n=53$ ) y el grupo de docentes sin formación previa (DNF,  $n=213$ ). Los resultados de la prueba, presentados en la Figura 1, administrada de manera equitativa a ambos grupos de docentes, muestran un rango de puntuaciones entre 0 y 8. La puntuación más frecuente fue 5, con un total de 52 participantes. Las puntuaciones entre 3 y 6 concentraron el mayor número de docentes. Solo dos docentes obtuvieron una puntuación de 0, mientras que cinco alcanzaron la puntuación máxima de 8.

El análisis descriptivo de los resultados revela un puntaje medio de 4,26 y una desviación estándar de 1,793. El 68,9 % de los docentes obtuvo puntuaciones entre 3 y 6, mientras que los puntajes extremos de 0 y 8 representaron el 2,7 % del total. La Figura 2 muestra la distribución de las puntuaciones, con una mediana aproximada de 4 puntos y bigotes que abarcan desde 0 hasta 8. No se identificaron valores atípicos extremos.

La Figura 3 muestra la distribución de los desempeños en la prueba por grupo. En el grupo de docentes con formación (DSF), el 27,5 % obtuvo puntuaciones altas (6 a 8 puntos), mientras que en el grupo de docentes no formados (DNF), este porcentaje fue del 16,8 %. Por otro lado, el grupo DNF registró un mayor porcentaje de puntuaciones bajas (0 a 2 puntos), con un 5,6 % en la puntuación de 1, frente al 0 % en el grupo DSF. La media del grupo DSF fue de 4,38, superior a la del grupo DNF, que alcanzó 4,23. La desviación estándar del grupo DSF fue de 1,643, menor que la del grupo DNF (1,830). Estos datos se presentan en la Tabla 2.

Figura 1  
*Distribución de los participantes según su puntuación*

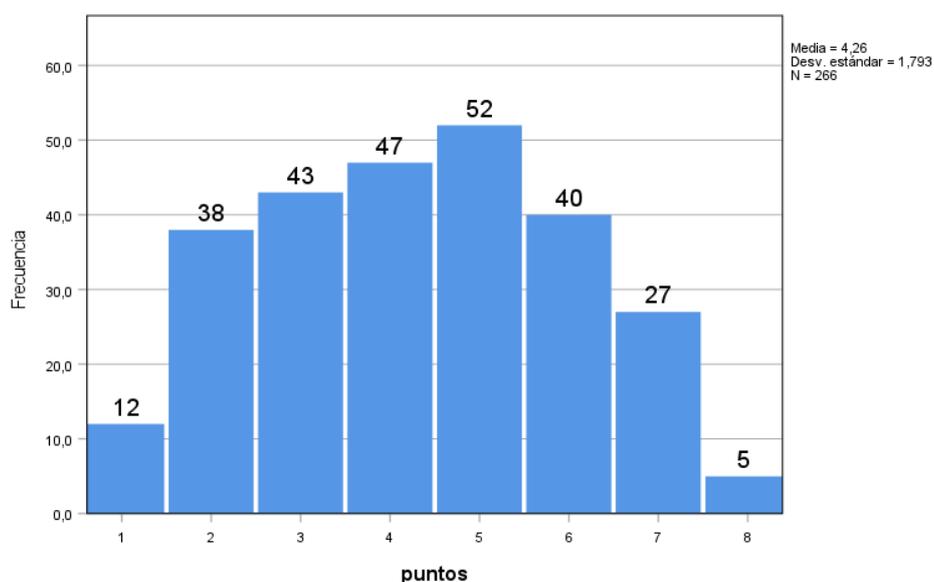


Figura 2  
Distribución de los puntajes obtenidos prueba de habilidades PC

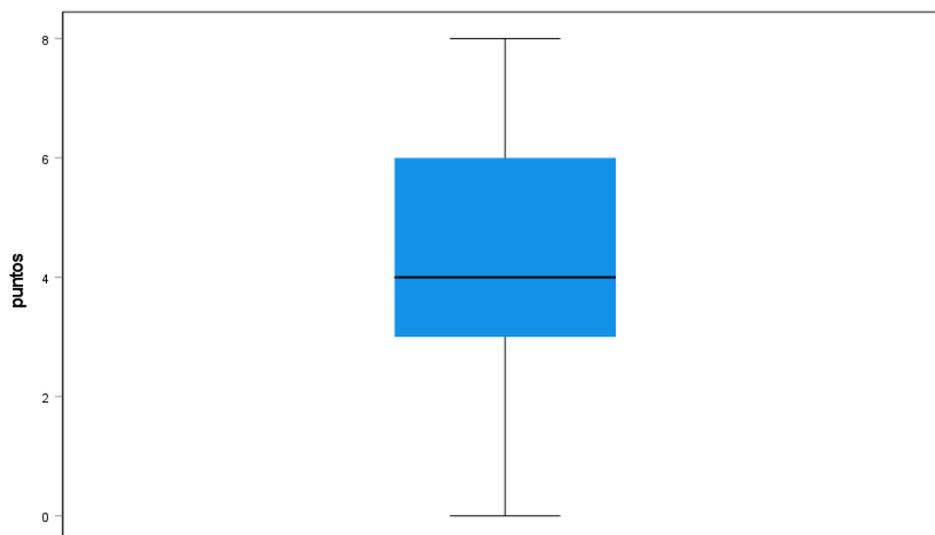


Figura 3  
Resultados de la prueba para grupos DSF y DNF

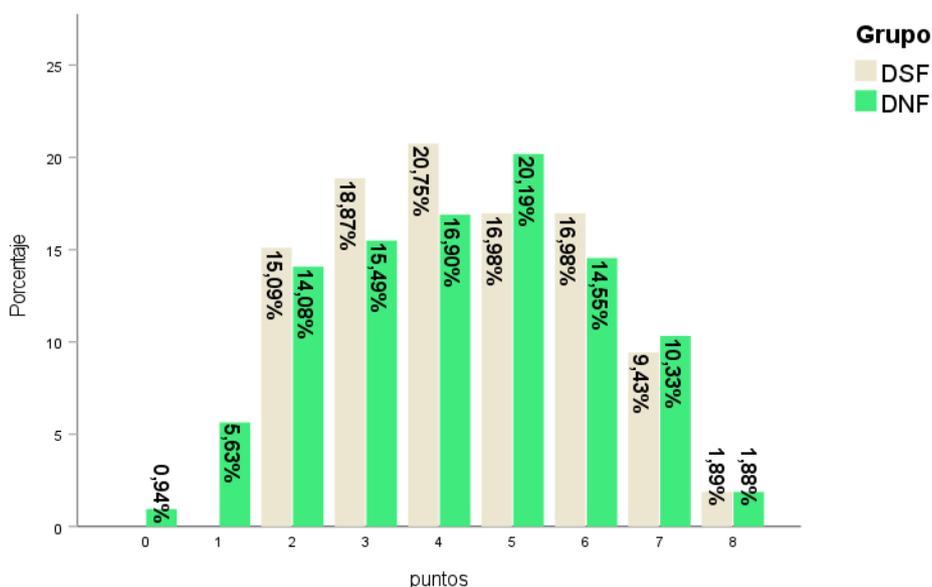
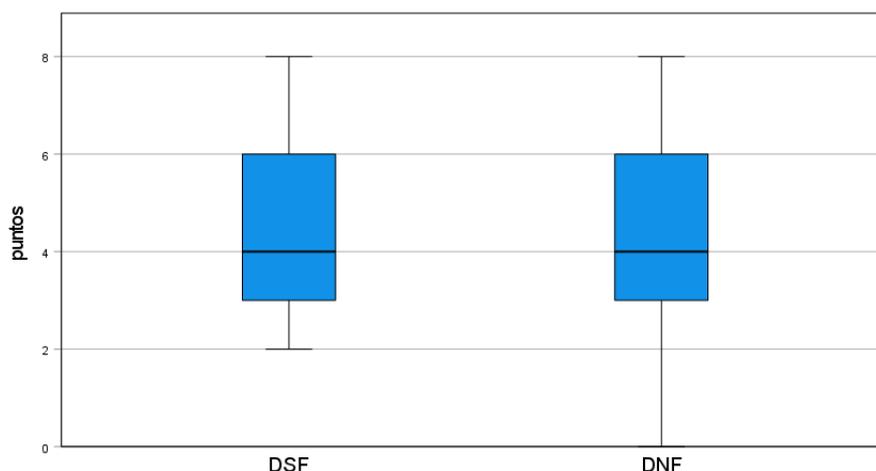


Tabla 2  
Descriptivos de la prueba para grupos DSF y DNF

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Puntos DSF	53	2	8	4,38	1,643
Puntos DNF	213	0	8	4,23	1,830

La Figura 4 ilustra la distribución del desempeño general en la prueba de pensamiento computacional para los grupos de docentes con formación (DSF) y sin formación (DNF). Los diagramas de caja muestran una distribución similar en ambos grupos, con rangos intercuartílicos equivalentes y valores extremos comparables. La mediana en ambos grupos se sitúa en 4 puntos, con rangos que abarcan desde valores mínimos de aproximadamente 2 (DSF) y 0 (DNF) hasta máximos cercanos a 8. Estos resultados reflejan una distribución central y una dispersión homogénea en el desempeño general entre los dos grupos.

Figura 4  
Distribución de los puntajes grupos DSF y DNF



La Figura 5 presenta los resultados de la evaluación de habilidades en pensamiento computacional (PC) para los grupos de docentes con formación (DSF) y sin formación (DNF). A continuación, se detallan los hallazgos por habilidad evaluada:

- Pensamiento Algorítmico: Las preguntas 1 y 2, que miden la capacidad para desarrollar pasos secuenciales y lógicos, mostraron un desempeño favorable, con un 72,6 % y 56,8 % de respuestas correctas, respectivamente, lo que indica una comprensión generalizada de los procesos algorítmicos en ambos grupos.
- Descomposición: Las preguntas 3 y 4 reflejaron dificultades significativas, con más del 63 % de los participantes con respuestas incorrectas en la pregunta 3, y una leve mejora en la pregunta 4, donde el 57,5 % respondió correctamente.
- Reconocimiento de Patrones: Las preguntas 5 y 6 presentaron tasas de error considerables, con un 51,9 % y 50,8 % de respuestas incorrectas, respectivamente, lo que sugiere que la identificación de patrones no fue dominada por los participantes.
- Abstracción: La pregunta 7 mostró un alto porcentaje de respuestas incorrectas (83,1 %), indicando una dificultad significativa en la eliminación de información irrelevante, mientras que la pregunta 8 reflejó un mejor desempeño, con un 88,3 % de respuestas correctas.

La Tabla 3 reporta que los grupos DSF y DNF presentaron distribuciones similares de respuestas correctas e incorrectas, con desviaciones estándar de 0,205 (DSF) y 0,228 (DNF). La puntuación media general del grupo DSF fue ligeramente superior (0,547) en comparación con la del grupo DNF (0,529). Sin embargo, ambos grupos mostraron un desempeño similar, con el grupo DSF obteniendo mejores resultados en la mayoría de los ítems, salvo en las preguntas 5 y 7, donde las diferencias fueron mínimas. En la pregunta 7, ambos grupos enfrentaron dificultades comparables.

Figura 5  
Análisis de desempeños por pregunta

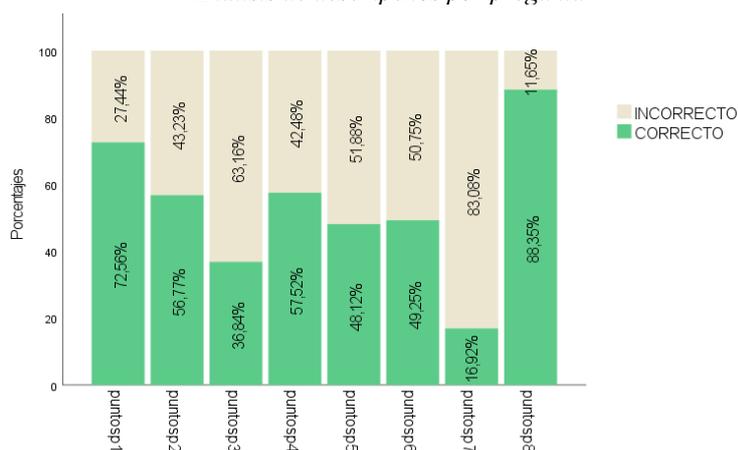


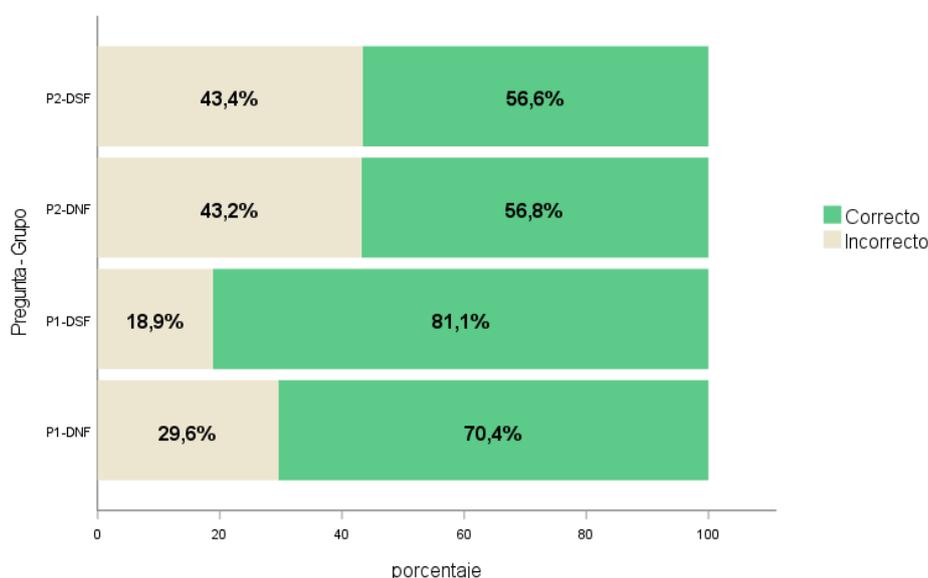
Tabla 3  
Descriptivos de los resultados de la prueba por ítems

	DSF		DNF	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Media general	,5472	,20543	,5293	,22880
puntosp1	,81	,395	,70	,457
puntosp2	,57	,500	,57	,497
puntosp3	,43	,500	,35	,479
puntosp4	,60	,494	,57	,497
puntosp5	,49	,505	,48	,501
puntosp6	,45	,503	,50	,501
puntosp7	,15	,361	,17	,380
puntosp8	,87	,342	,89	,317

### Pensamiento Algorítmico

La Figura 6 muestra los resultados en las preguntas de pensamiento algorítmico para los grupos de docentes. El grupo DSF obtuvo una mayor proporción de aciertos, con una media de 0,81 frente a 0,7 para el grupo DNF. En ambos grupos, la pregunta 1, de menor complejidad, presentó un mayor porcentaje de respuestas correctas en comparación con la pregunta 2, donde las medias fueron idénticas (0,57).

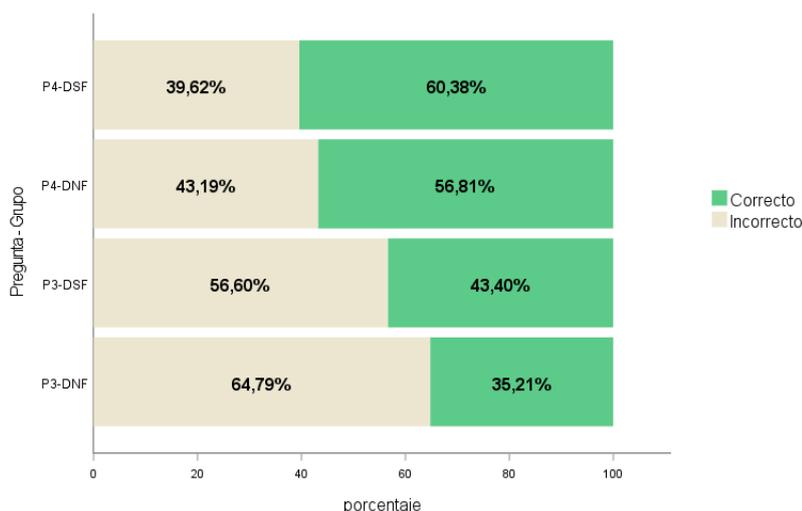
Figura6  
Desempeño por grupo en habilidad Pensamiento Algorítmico



### Descomposición

La Figura 7 presenta los resultados en las preguntas de descomposición para los grupos de docentes. En la pregunta 3, de mayor complejidad, el 43,3 % del grupo DSF respondió correctamente, con una media de 0,43, frente al 35,21 % del grupo DNF, con una media de 0,35. En la pregunta 4, el 60,38 % del grupo DSF obtuvo respuestas correctas, con una media de 0,6, mientras que el 56,81 % del grupo DNF respondió correctamente, con una media de 0,57.

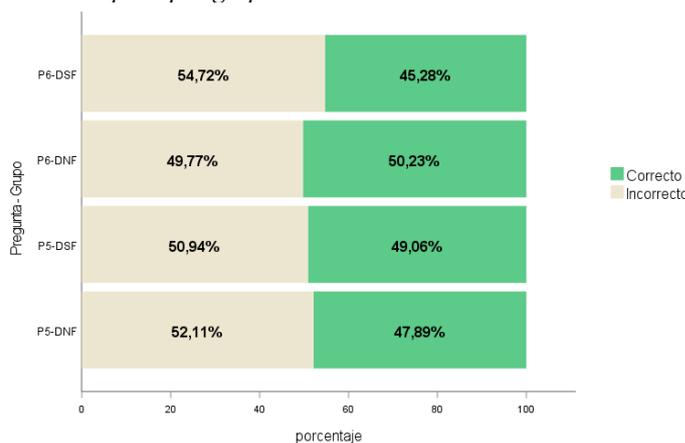
Figura 7  
Desempeño por grupo en habilidad Descomposición



### Reconocimiento de Patrones

La Figura 8 presenta los resultados en las preguntas de reconocimiento de patrones para los grupos de docentes. En la pregunta 5, de menor complejidad, el 49,06 % del grupo DSF respondió correctamente, con una media de 0,49, frente al 47,89 % del grupo DNF, con una media de 0,48. En la pregunta 6, el 45,28 % del grupo DSF obtuvo respuestas correctas, con una media de 0,45, mientras que el 50,23 % del grupo DNF respondió correctamente, alcanzando una media de 0,5.

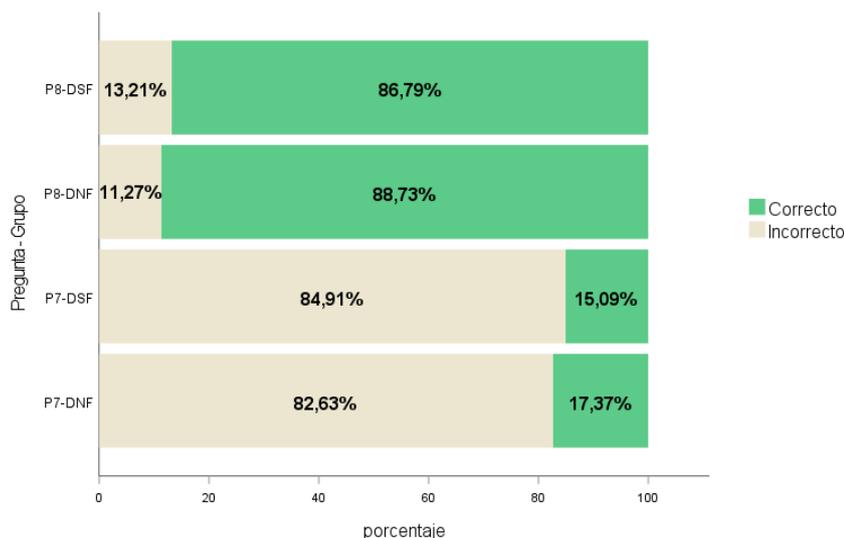
Figura 8  
Desempeño por grupo en habilidad Reconocimiento de Patrones



### Abstracción

La Figura 9 presenta los resultados en las preguntas de abstracción para los grupos de docentes. En la pregunta 7, identificada como la más difícil de la prueba, el grupo DSF registró un 84,91 % de respuestas incorrectas, con una media de 0,151 (15,09 % de respuestas correctas), mientras que el grupo DNF obtuvo un 82,63 % de respuestas incorrectas, con una media de 0,174 (17,37 % de respuestas correctas). En contraste, la pregunta 8 mostró un mejor desempeño en ambos grupos. El grupo DSF alcanzó un 86,79 % de respuestas correctas, con una media de 0,87, mientras que el grupo DNF obtuvo un 88,73 % de respuestas correctas, con una media de 0,88.

Figura 9  
Desempeño por grupo en habilidad Abstracción



Los resultados, presentados en la Tabla 4, muestran los rangos promedio y las sumas de rangos para cada pregunta. En la pregunta 1 (pensamiento algorítmico), el grupo DSF obtuvo un rango promedio de 144,91 frente a 130,66 del grupo DNF. En la pregunta 3 (descomposición), los rangos promedio fueron 142,22 (DSF) y 131,33 (DNF), y en la pregunta 4, 137,30 (DSF) y 132,55 (DNF). En contraste, en las preguntas 6, 7 y 8 (reconocimiento de patrones y abstracción), el grupo DNF presentó rangos promedio ligeramente superiores: 134,81, 134,10 y 134,01, respectivamente, frente a 128,23, 131,08 y 131,43 del grupo DSF.

Tabla 4  
Rangos y suma de rangos para test habilidades del PC

Pregunta	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
P 1	DSF	53	144,91	7680,00
	DNF	213	130,66	27831,00
P 2	DSF	53	133,28	7064,00
	DNF	213	133,55	28447,00
P 3	DSF	53	142,22	7537,50
	DNF	213	131,33	27973,50
P 4	DSF	53	137,30	7277,00
	DNF	213	132,55	28234,00
P 5	DSF	53	134,75	7141,50
	DNF	213	133,19	28369,50
P 6	DSF	53	128,23	6796,00
	DNF	213	134,81	28715,00
P 7	DSF	53	131,08	6947,00
	DNF	213	134,10	28564,00

Pregunta	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
P 8	DSF	53	131,43	6966,00
	DNF	213	134,01	28545,00

La Tabla 5 reporta los estadísticos del test U de Mann-Whitney, aplicado para comparar las respuestas de los grupos DSF y DNF en un conjunto de preguntas diseñadas para evaluar dimensiones o habilidades clave del PC, abstracción, descomposición, pensamiento algorítmico y reconocimiento de patrones. Los resultados muestran que ninguna de las preguntas reveló diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, con valores de p superiores a 0,05, oscilando entre 0,119 (pregunta 1) y 0,979 (pregunta 2). Los valores Z asociados confirman que las diferencias entre las distribuciones de respuestas de ambos grupos no son lo suficientemente marcadas como para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre ellos.

Tabla 5  
Estadísticos de prueba test de habilidades del PC

Pregunta	U de Mann-Whitney	Valor Z	Significancia (p)
P 1	5040,000	-1,561	0,119
P 2	5633,000	-0,027	0,979
P 3	5182,500	-1,103	0,270
P 4	5443,000	-0,470	0,639
P 5	5578,500	-0,152	0,879
P 6	5365,000	-0,644	0,520
P 7	5516,000	-0,395	0,693
P 8	5535,000	-0,393	0,694

#### IV. Discusión

El presente estudio buscó determinar si existen diferencias significativas en las habilidades de pensamiento computacional (PC) entre docentes con formación específica (DSF, n=53) y sin formación (DNF, n=213) en instituciones educativas oficiales de Armenia, Quindío. Los resultados, obtenidos mediante una prueba que evaluó pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (p entre 0,119 y 0,979, Tabla 5). Aunque el grupo DSF presentó una media general ligeramente superior (0,547 vs. 0,529, Tabla 3) y mejores rangos promedio en ítems como la pregunta 1 (144,91 vs. 130,66), pregunta 3 (142,22 vs. 131,33) y pregunta 4 (137,30 vs. 132,55, Tabla 3), estas diferencias no fueron significativas. En contraste, el grupo DNF superó al DSF en las preguntas 6, 7 y 8 (rangos promedio de 134,81, 134,10 y 134,01, respectivamente), sugiriendo que la formación específica tuvo un impacto limitado. Este hallazgo responde a la pregunta de investigación, indicando que la capacitación en PC, tal como se implementó, no generó diferencias sustanciales en las habilidades evaluadas.

Estos resultados se alinean con estudios descritos en estudios como los de Kılıç y Çakıroğlu (2022) y González Martínez et al. (2018) quienes señalan que la formación docente en PC en América Latina es fragmentaria y carece de enfoques prácticos, lo que limita su efectividad en el aula. Similarmente, Zhang (2020) encontró en Suecia que docentes con formación limitada enfrentaron dificultades en abstracción y reconocimiento de patrones, un patrón reflejado en el bajo desempeño en la pregunta 7 (84,91% de errores para DSF y 82,63% para DNF, Figura 9). En Colombia, Espinal et al. (2021) reportaron mejoras en el interés docente tras capacitaciones breves, pero no en la aplicación práctica, coincidiendo con la falta de impacto significativo en este estudio. Sin embargo, estudios como Bower et al. (2017) y Yadav et al. (2017) muestran que programas con actividades desenchufadas y programación tangible pueden mejorar competencias, sugiriendo que el diseño de la formación en Armenia podría no haber sido óptimo. Ortuño Meseguer y Serrano (2023) destacan que la subutilización de actividades desenchufadas frente a la programación de robots limita el desarrollo de habilidades como abstracción, lo que podría explicar los resultados obtenidos.

La interpretación de los resultados revela que la abstracción fue particularmente desafiante, con la

pregunta 7 mostrando altos índices de error (Figura 9), debido a su complejidad cognitiva (Wing, 2006). En contraste, la pregunta 8 (abstracción) tuvo mejor desempeño (86,79% para DSF y 88,73% para DNF), indicando que la dificultad de los ítems influye en los resultados. El pensamiento algorítmico mostró mejor desempeño en DSF (0,81 vs. 0,70 en la pregunta 1, Figura 6), pero la igualdad en la pregunta 2 (0,57 para ambos) sugiere que la formación pierde efectividad en tareas complejas. En descomposición, DSF superó a DNF en la pregunta 3 (43,3% vs. 35,21%, Figura 7), pero no en la pregunta 4, mientras que, en reconocimiento de patrones, DNF superó a DSF en la pregunta 6 (50,23% vs. 45,28%, Figura 8). Estos patrones sugieren que habilidades generales o experiencia previa podrían compensar la falta de formación. La muestra desigual (53 DSF vs. 213 DNF) refleja el acceso limitado a la formación, lo que pudo haber afectado el análisis estadístico, aunque la inclusión de 266 docentes enriqueció el análisis descriptivo. Los resultados son generalizables a contextos latinoamericanos con programas voluntarios y heterogéneos, pero las particularidades de Armenia podrían limitar su extrapolación.

Las implicaciones del estudio son relevantes para políticas educativas. La ausencia de diferencias significativas subraya la necesidad de rediseñar programas de formación, priorizando enfoques prácticos como actividades desenchufadas y tareas contextualizadas, siguiendo los lineamientos de Bebras. Integrar modelos como TPACK (Yadav et al., 2017), podría garantizar una formación holística, especialmente para abstracción y reconocimiento de patrones. En Colombia, iniciativas de formación en PC podrían adoptar estos enfoques para mejorar competencias. Futuras investigaciones deberían explorar factores como la experiencia docente, el diseño de ítems o programas más prolongados, y evaluar cómo las percepciones docentes influyen en la integración del PC (Hevia et al., 2023).

## V. Conclusiones

Este estudio permitió analizar el impacto de la formación específica en pensamiento computacional (PC) en docentes de secundaria del municipio de Armenia, Quindío, a partir de una evaluación objetiva de habilidades clave: pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción. Si bien los docentes con formación (DSF) presentaron puntuaciones ligeramente superiores en algunas dimensiones, las diferencias respecto a los docentes sin formación (DNF) no fueron estadísticamente significativas, lo cual sugiere un impacto limitado de los programas formativos actualmente implementados.

Los hallazgos evidencian que tanto docentes formados como no formados enfrentan dificultades particulares en habilidades de alta demanda cognitiva como la abstracción, mientras que el pensamiento algorítmico mostró un desempeño más favorable en ambos grupos. Estos resultados indican que la formación recibida no garantiza por sí sola una mejora sustancial en las habilidades de PC si no se acompaña de metodologías prácticas, actividades contextualizadas y seguimiento formativo.

En consecuencia, se concluye que es necesario rediseñar las estrategias de capacitación docente en PC, incorporando enfoques pedagógicos más activos, evaluaciones formativas continuas y un mayor énfasis en la aplicabilidad del PC en contextos reales del aula. Así mismo, futuras investigaciones deben explorar variables asociadas como la trayectoria profesional, las estrategias didácticas empleadas y las percepciones docentes para comprender integralmente los factores que inciden en el desarrollo efectivo del PC en el profesorado.

## Referencias

- [1]. Bavera, F., Daniele, M., Quintero, T., & Buffarini, F. (2019). *Habilidades de Pensamiento Computacional en docentes de primaria: Evaluación usando Bebras*.
- [2]. Bavera, F., Quintero, T., Daniele, M., & Buffarini, F. (2020). Computational Thinking Skills in Primary Teachers: Evaluation Using Bebras. En P. Pesado & M. Arroyo (Eds.), *Computer Science – CACIC 2019* (pp. 405-415). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48325-8\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48325-8_26)
- [3]. Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). *Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.2136>
- [4]. Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W. M., Howe, C., & Lister, R. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), 53-72. Scopus. <https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n3.4>
- [5]. Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. 25.
- [6]. Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research Methods in Education* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203224342>
- [7]. CPE, C. P. E. (2020). *PROGRAMARTES, el máster class para aprender sobre pensamiento computacional*. <https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/882/programartes/>
- [8]. CPE, C. P. E. (2022, noviembre 26). *Laboratorio de Innovación Educativa*. computadores para educar. <https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/5373/laboratorio-de-innovacion-educativa/>
- [9]. Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking A guide for teachers*. Computing At School. [https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818\\_Computational\\_Thinking\\_1\\_.pdf](https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818_Computational_Thinking_1_.pdf)
- [10]. Dagienė, V., & Futschek, G. (2008). Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks. En R. T. Mittermeir & M. M. Sysło (Eds.), *Informatics Education—Supporting Computational Thinking* (Vol. 5090, pp. 19-30). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-69924-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-69924-8_2)
- [11]. Dagiene, V., Stupuriene, G., Vinikiene, L., & Zakauskas, R. (2017). Introduction to Bebras Challenge Management: Overview and Analyses of Developed Systems. En V. Dagienė & A. Hellas (Eds.), *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming* (pp. 232-243). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7_19)
- [12]. El-Hamamsy, L., Zapata, M., Martín, E., Mondada, F., Dehler, J., & Bruno, B. (2022). *The competent Computational Thinking test*

- (cCTI): Development and validation of an unplugged Computational Thinking test for upper primary school. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.05980>
- [13]. Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36.
- [14]. Espinal, A., Vieira, C., & Magana, A. J. (2021). Professional Development in Computational Thinking for teachers in Colombia. *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637310>
- [15]. González Martínez, J., Estebanell Minguell, M., & Peracaula Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- [16]. 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>
- [17]. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL.
- [18]. Hernandez-Nieto, R. (2002). *Contributions to Statistical Analysis: The Coefficients of Proportional Variance, Content Validity and Kappa*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [19]. Hevia, C., Lehoux, L., Fermín Genao, L. A., & Beato Castro, L. (2023). Perspectivas relevantes en la formación de docentes en pensamiento computacional: Caso de estudio PUCMM, Colegio Intellecto. *Congreso Internacional Ideice*, 14, 1-11.
- [20]. Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- [21]. Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>
- [22]. Jeng, H.-L., Heng, K. Z., & Liu, L.-W. (2023). A Pedagogical Framework of Computational Thinking Components for Enhancing Pre-service Teachers' Problem-Solving Capability. *Asia Research Network Journal of Education*, 3(2), Article 2.
- [23]. Jeng, H.-L., Liu, L.-W., & Chen, C.-N. (2019). Developing a Procedural Problem-solving-based Framework of Computational Thinking Components. *2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 272-277. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI2019.00061>
- [24]. Kılıç, S., & Çakıroğlu, Ü. (2022). Design, Implementation, and Evaluation of a Professional Development Program for Teachers to Teach Computational Thinking via Robotics. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09629-3>
- [25]. Kong, S.-C. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. En S.-C. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational Thinking Education* (pp. 119-141). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8)
- [26]. Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I. K., Somanath, S., Weber, J., & Yiu, C. (2017). A Pedagogical Framework for Computational Thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 154-171. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0031-2>
- [27]. Lafuente Martínez, M., Lévêque, O., Benitez, I., Hardebolle, C., & Zufferey, J. D. (2022). Assessing Computational Thinking: Development and Validation of the Algorithmic Thinking Test for Adults. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1436-1463. Scopus. <https://doi.org/10.1177/07356331211057819>
- [28]. Li, Q., Richman, L., Haines, S., & McNary, S. (2020). Computational thinking in classrooms: A study of a PD for STEM teachers in high needs schools. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 45(3). <https://doi.org/10.21432/cjlt27857>
- [29]. Mayorga Ponce, R. B., Virgen Quiroz, A. K., Martínez Alamilla, A., & Salazar Valdez, D. (2020). Prueba Piloto. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(17), 69-70. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6547>
- [30]. Meza, F., Vásquez, A., & San Martín, D. (2024). Validation of a Bebras-Based Test to Assess Computational Thinking Abilities in First-Year College Students. *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, 1750-1751. <https://doi.org/10.1145/3626253.3635523>
- [31]. MinTIC, M. de T. de la I. y las C. (2019). *Lanzan plan para enseñar programación en colegios públicos—Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/100508:Lanzan-plan-para-ensenar-programacion-en-colegios-publicos>
- [32]. MinTIC, M. de T. de la I. y las C. & British Council. (2022). *Pensamiento Computacional | Coding for kids. ¿Qué es el pensamiento computacional?* <https://codingforkids.mintic.gov.co/pensamiento-computacional>
- [33]. Ortuño Meseguer, G., & Serrano, J. L. (2023). Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: Una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 255-287. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37572>
- [34]. Ramos Rivadeneira, D. X., & Jiménez Toledo, J. A. (2024). Exploring The Impact of Computational Thinking on Teacher Education: A Systematic Review. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18, e07535. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n7-123>
- [35]. Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- [36]. Román-González, M., Pérez-González, J.-C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004>
- [37]. Sáez López, J. M., & Cózar Gutiérrez, R. (2016). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educar*, 53(1), 129. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.841>
- [38]. Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>
- [39]. Serrano, J. L., & Ortuño, G. (2021). Percepciones del profesorado en formación sobre el desarrollo del pensamiento computacional desde el Modelo 5PC. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 78, Article 78. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.78.2173>
- [40]. Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- [41]. Suaza, J., Hurtado Castaño, C., & González Pérez, M. E. (2024). Análisis de resultados del desafío internacional Bebras Colombia 2022. *Revista EIA*, 21(42). <https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1733>
- [42]. UNESCO. (2021). *Políticas de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en educación*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379492/PDF/379492spa.pdf.multi>
- [43]. UNESCO, Pereiro, E., Montaldo, M., Koleszar, V., & Urruticoechea, A. (2022, junio). *Computational thinking, artificial intelligence and education in Latin America*. UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381761>

- [44]. UTP, MinTIC, M. de T. de la I. y las C., & MEN, M. de E. N. de C. (2018). *El proyecto "Currículos exploratorios" y su reto de Bachilleres TIC en Colombia*. <https://www2.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/comunicaciones/documentos/Comunicado-Prensa-Curri-culos-Exploratorios-TIC.pdf>
- [45]. Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- [46]. Wing, J. M. (2006). *Viewpoint: Computational thinking*. 49(3), 33-35.
- [47]. Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55-62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- [48]. Zeng, Y., Yang, W., & Bautista, A. (2023). Teaching programming and computational thinking in early childhood education: A case study of content knowledge and pedagogical knowledge. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1252718>
- [49]. Zhang, L. (2020). *Integrating Computational Thinking into Swedish Compulsory Education with Block-Based Programming* [Doctoral Thesis in Information Society at Stockholm University, Stockholm University]. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1477248/FULLTEXT03.pdf>