

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i4.1860>

## **Estrategias neuropedagógicas y su impacto en el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria**

*Neuropedagogical strategies and their impact on the development of computational thinking in secondary school students*

**Francisco Javier Téllez Sánchez**

[franciscotellez2012@gmail.com](mailto:franciscotellez2012@gmail.com)

[franciscotellez.est@umecit.edu.pa](mailto:franciscotellez.est@umecit.edu.pa)

<https://orcid.org/0000-0003-2560-3396>

Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología – UMECIT  
Bogotá, Colombia

*Artículo recibido: 10 noviembre 2025 -Aceptado para publicación: 18 diciembre 2025*

*Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

### **RESUMEN**

El estudio analizó la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas por docentes y el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de noveno grado del área de Tecnología e Informática en instituciones públicas de Chía, Cundinamarca. El objetivo fue determinar si el uso de estas herramientas influye en el nivel de pensamiento computacional de los estudiantes. Se desarrolló una investigación confirmatoria con diseño de campo transeccional, cuya población estuvo conformada por 912 estudiantes y ocho docentes de cuatro instituciones urbanas y cuatro rurales. La muestra incluyó 271 estudiantes y ocho docentes. Se aplicó un test validado de pensamiento computacional con confiabilidad de 0.702 y una escala de uso de herramientas neuropedagógicas con validez de 0.95 y alfa de Cronbach de 0.955. El análisis de datos incluyó estadísticos descriptivos, pruebas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis y, correlación de Spearman. Los resultados mostraron que, al excluir los efectos de las variables extrañas, una a una, en la mayoría de los casos hay evidencia de correlación significativa pero negativa, indicando de acuerdo al instrumento aplicado que posiblemente la manera como se están aplicando las herramientas neuropedagógicas, no está fortaleciendo el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes.


*Palabras clave:* educación, pensamiento computacional, herramientas neuropedagógicas

### **ABSTRACT**

The study analyzed the relationship between teachers' use of neuro-pedagogical tools and the development of computational thinking in ninth-grade students in the area of Technology and Informatics at public schools in Chía, Cundinamarca. The objective was to determine whether the use of these tools influences students level of computational thinking. A confirmatory field study

with a cross-sectional design was conducted, with a population of 912 students and eight teachers from four urban and four rural institutions. The sample included 271 students and eight teachers. A validated computational thinking test with a reliability of 0.702 and a neuro-pedagogical tools usage scale with a validity index of 0.95 and a Cronbach's alpha of 0.955 were applied. Data analysis included descriptive statistics, Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis tests, and Spearman's correlation. The results showed that, when excluding the effects of extraneous variables one by one, in most cases there is evidence of a significant but negative correlation, indicating—according to the applied instrument—that the way neuro-pedagogical tools are currently being implemented may not be strengthening the development of students' computational thinking.

*Keywords:* education, computational thinking, neuro-pedagogical tools

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

## INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional se ha consolidado como una competencia esencial en la educación contemporánea, facilitando el desarrollo del razonamiento lógico y la resolución de problemas (Wing, 2006). En la actualidad, el mundo digital y la sociedad del conocimiento exigen que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan interactuar con tecnologías emergentes de manera eficiente y creativa (MEN, 2022). La inclusión de este tipo de pensamiento en la educación básica y media ha sido promovida por organismos internacionales como la UNESCO y la OCDE, quienes subrayan la importancia de formar ciudadanos con capacidades digitales sólidas para afrontar los retos del siglo XXI (UNESCO, 2022).

A pesar de la creciente relevancia del pensamiento computacional en la educación, su integración efectiva en el currículo escolar aún enfrenta desafíos significativos. Diversos estudios han identificado barreras como la falta de formación docente en metodologías innovadoras, la resistencia al cambio y la carencia de recursos tecnológicos en muchas instituciones educativas (MINCIENCIAS, 2019). En Colombia, la necesidad de fortalecer la enseñanza de la informática y la tecnología ha llevado a la actualización de los lineamientos curriculares en 2022, los cuales enfatizan el pensamiento computacional como un eje fundamental del área de Tecnología e Informática (MEN, 2022).

El concepto de pensamiento computacional fue introducido por Wing (2006) y ha evolucionado para incluir procesos como la descomposición de problemas, la abstracción, la identificación de patrones y el diseño de algoritmos. Estas habilidades son fundamentales para la solución de problemas en diversos campos, no solo en la informática, sino también en la ciencia, la ingeniería, la educación y las humanidades. En este sentido, el desarrollo del pensamiento computacional en la educación secundaria no solo prepara a los estudiantes para carreras tecnológicas, sino que también mejora su capacidad de análisis y resolución de problemas en múltiples disciplinas (Román et al., 2015).

La neuropedagogía ha surgido como un enfoque prometedor para abordar estos desafíos, ya que busca optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la aplicación de conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro. Desde esta perspectiva, se reconoce que los estudiantes poseen diferentes estilos de aprendizaje y que la enseñanza debe adaptarse a sus características cognitivas, emocionales y contextuales (De Gregori, 1999). La integración de estrategias neuropedagógicas en el aula puede contribuir al desarrollo del pensamiento computacional al fomentar la motivación, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes (Bueno, 2018).

Investigaciones previas han demostrado que el aprendizaje basado en la neuropedagogía facilita la consolidación de habilidades cognitivas y metacognitivas. Según Bueno (2018), las emociones juegan un papel crucial en el aprendizaje, por lo que estrategias que apelan a la

motivación intrínseca del estudiante pueden mejorar significativamente su desempeño académico. En este sentido, herramientas como la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos y la enseñanza multisensorial han demostrado ser eficaces para mejorar la retención del conocimiento y la aplicación de habilidades en contextos reales (Carminati & Waipan, 2017).

Este estudio busca verificar la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas por parte del docente y el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado noveno en instituciones públicas del municipio de Chía, Cundinamarca. La investigación parte de la premisa de que el uso de enfoques basados en el conocimiento del cerebro puede potenciar la adquisición de competencias computacionales y mejorar el desempeño académico en el área de Tecnología e Informática (MEN, 2022). Además, se busca identificar posibles diferencias en la implementación de estas estrategias entre contextos urbanos y rurales, así como evaluar la influencia de factores como la experiencia docente y la formación académica, entre otras, en la efectividad de las herramientas neuropedagógicas.

A nivel internacional, diversos sistemas educativos han incorporado programas de enseñanza del pensamiento computacional en sus currículos nacionales. Por ejemplo, en países como Finlandia y el Reino Unido, se han implementado políticas educativas que priorizan el desarrollo de habilidades digitales desde la educación primaria. En América Latina, países como Uruguay y Chile han liderado iniciativas que buscan fortalecer el aprendizaje del pensamiento computacional a través de plataformas digitales y entornos de aprendizaje interactivos (UNESCO, 2022). Sin embargo, en Colombia aún persisten brechas significativas en la implementación de estas estrategias, especialmente en contextos rurales donde el acceso a la tecnología y la formación docente son limitados (MINCIENCIAS, 2019).

En este contexto, la presente investigación pretende contribuir al debate académico sobre la enseñanza del pensamiento computacional y la innovación pedagógica en el ámbito de la educación secundaria. A través de un enfoque confirmatorio, se analizará la relación entre el uso de estrategias neuropedagógicas y el desarrollo del pensamiento computacional, con el fin de generar recomendaciones para la mejora de la práctica docente y la formulación de políticas educativas orientadas a la modernización del currículo de Tecnología e Informática en Colombia. La importancia de este estudio radica en su potencial para transformar la enseñanza de la informática y la tecnología en la educación secundaria, proporcionando herramientas que faciliten la transición de los estudiantes hacia un mundo cada vez más digitalizado y tecnológicamente avanzado.

## **METODOLOGÍA**

### **Enfoque y Diseño de la Investigación**

Este estudio se desarrolló bajo una concepción holística de la investigación, la cual permite analizar la interacción entre eventos educativos desde una perspectiva integradora. Se implementó

un diseño no experimental, de tipo transeccional y contemporáneo, dado que no se manipularon variables y los datos fueron recolectados en un solo momento, con el propósito de evaluar la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas y el desarrollo del pensamiento computacional.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación adopta un enfoque mixto en el análisis de los datos, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. La triangulación metodológica se utilizó para aumentar la validez del estudio, cruzando información obtenida a través de diferentes fuentes y herramientas de medición. La aproximación cuantitativa permitió obtener datos medibles sobre la relación entre variables, mientras que la cualitativa permitió profundizar en la interpretación de resultados de docentes y estudiantes respecto al impacto de las estrategias neuropedagógicas en el aprendizaje de informática y tecnología.

### **Población y Muestra**

La población estuvo conformada por 912 estudiantes de grado noveno pertenecientes a ocho instituciones educativas públicas de Chía, Cundinamarca, distribuidas equitativamente en zonas urbanas y rurales. Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo probabilístico estratificado, fragmentando la población en subgrupos de acuerdo con su contexto educativo y seleccionando aleatoriamente a los participantes.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó con una fórmula de inferencia estadística, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo que resultó en una muestra final de 271 estudiantes. Se garantizó la representatividad de los diferentes contextos educativos mediante la inclusión equitativa de participantes de instituciones urbanas y rurales, asegurando una distribución balanceada que permitiera detectar diferencias contextuales en la aplicación de estrategias neuropedagógicas.

Además de los estudiantes, se incluyó la participación de docentes de informática y tecnología de las mismas instituciones, quienes brindaron información sobre las estrategias neuropedagógicas implementadas en sus clases. La selección de estos docentes se realizó bajo criterios de inclusión que consideraron su experiencia en la enseñanza de la informática y la tecnología, así como su disposición para aplicar herramientas neuropedagógicas.

### **Criterios de Inclusión y Exclusión**

Se establecieron criterios de inclusión para asegurar que los participantes pertenecieran a instituciones públicas, estuvieran matriculados en grado noveno y tuvieran una exposición mínima de un año a la enseñanza de informática y tecnología. Se excluyeron estudiantes de instituciones privadas, aquellos que no contaran con acceso a dispositivos tecnológicos básicos y aquellos cuya asistencia a clases de informática y tecnología fuera intermitente, dado que estos factores podrían influir en los resultados del estudio.

## **Instrumentos de Recolección de Datos**

Se emplearon dos instrumentos principales:

**Test de Pensamiento Computacional (TPC):** Compuesto por 28 ítems distribuidos en cuatro dimensiones: descomposición de problemas, identificación de patrones, abstracción y algoritmización (Román et al. 2015). La estructura del test fue validada previamente en estudios similares, garantizando su confiabilidad y pertinencia en la medición de las habilidades cognitivas relacionadas con el pensamiento computacional.

**Escala de Uso de Herramientas Neuropedagógicas (EUHN):** Diseñada para evaluar la frecuencia y el tipo de estrategias neuropedagógicas implementadas por los docentes. Se estructuró en tres dimensiones: estrategias analítico-rationales, estrategias emocional-intuitivas y uso de recursos tecnológicos.

Ambos instrumentos fueron sometidos a un análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo valores superiores a 0.70, lo que indica una alta consistencia interna.

## **Procedimiento de Recolección de Datos**

La recolección de datos se llevó a cabo en cuatro fases:

**Fase de planificación:** Elaboración de los instrumentos, capacitación de los docentes participantes y gestión de permisos institucionales. Se diseñaron sesiones piloto para evaluar la efectividad de los instrumentos y se realizaron ajustes previos a la aplicación formal.

**Fase de aplicación:** Implementación del TPC en sesiones programadas dentro del horario escolar y aplicación de la EUHN a los docentes mediante encuestas estructuradas. Se llevó a cabo una supervisión constante para garantizar la correcta aplicación de los instrumentos.

**Fase de verificación:** Se realizó un proceso de depuración y limpieza de datos para eliminar respuestas incompletas o inconsistentes y asegurar la fiabilidad de la información.

**Fase de procesamiento:** Digitalización y organización de los datos en bases de datos para su posterior análisis. Se realizaron pruebas preliminares para verificar la calidad de los datos y su idoneidad para el análisis estadístico.

## **Análisis de Datos**

Para el análisis estadístico, se utilizó el software SPSS, aplicando:

**Análisis descriptivo:** Medidas de tendencia central y dispersión para cada variable.

**Análisis de comparación y correlación:** Técnicas de comparación de U de Mann Whitney y Kruskal Wallis y coeficiente de Spearman para determinar la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas y el pensamiento computacional.

Para garantizar la validez interna y externa, se implementaron estrategias como la triangulación de métodos y la validación de instrumentos mediante juicio de expertos. Además, se respetaron principios éticos fundamentales como la confidencialidad de los datos y la participación voluntaria de los sujetos del estudio.

## RESULTADOS

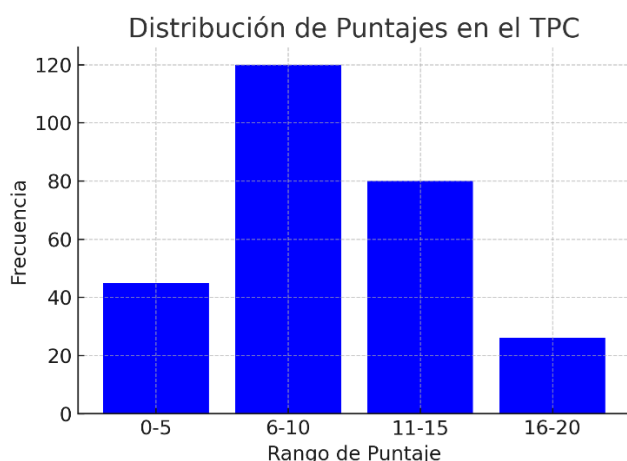
Se centra en el análisis detallado de los datos obtenidos durante la investigación, con el objetivo de comprender la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas y el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado noveno. Se aplicaron metodologías estadísticas rigurosas para identificar tendencias, correlaciones y diferencias significativas dentro de la muestra evaluada.

### Caracterización del Desarrollo del Pensamiento Computacional en los Estudiantes

El análisis de los resultados del Test de Pensamiento Computacional (TPC) permitió identificar que la mayoría de los estudiantes se encuentran en niveles básicos o bajos en esta habilidad. Este hallazgo es preocupante, ya que el pensamiento computacional es una competencia clave en la educación actual (Wing, 2006).

#### Figura 1

*Distribución de Puntajes en el TPC*

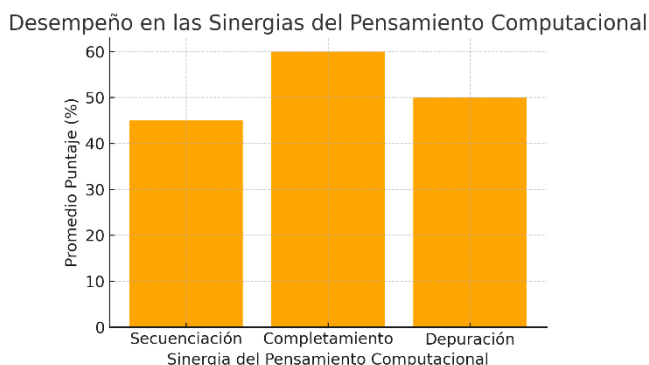


### Análisis de Sinergias en el Pensamiento Computacional

Para un análisis más detallado, se desglosó el pensamiento computacional en tres sinergias principales: secuenciación, completamiento y depuración. Cada una de estas dimensiones refleja diferentes niveles de desarrollo de habilidades en los estudiantes, por lo que su estudio individual es fundamental para comprender las fortalezas y debilidades en la enseñanza de esta competencia.

**Figura 2**

*Puntajes en Sinergias del Pensamiento Computacional*



**Sinergia Secuenciación**

La sinergia de secuenciación es crucial para la estructuración lógica de algoritmos y procesos. Los resultados muestran que los estudiantes tienen un desempeño bajo en esta área, lo que sugiere que no han desarrollado la capacidad de organizar procesos de manera eficiente. Este hallazgo es consistente con estudios previos de Brennan y Resnick (2012), quienes indicaron que la enseñanza de la secuenciación es una de las más desafiantes dentro del pensamiento computacional.

**Sinergia Completamiento**

En cuanto a la sinergia completamiento, se identificó un desempeño medio en la mayoría de los estudiantes. Esto sugiere que algunos estudiantes han logrado internalizar los principios del pensamiento computacional, mientras que otros aún requieren apoyo en el proceso. La variabilidad en los puntajes de esta sinergia puede estar relacionada con la exposición previa de los estudiantes a actividades de resolución de problemas y lógica computacional (Selwyn, 2016).

**Sinergia Depuración**

La sinergia depuración presentó una alta variabilidad en los puntajes. Mientras que algunos estudiantes demostraron habilidades para identificar y corregir errores en algoritmos, otros mostraron grandes dificultades en esta tarea. La depuración es una habilidad clave en la programación y en la resolución de problemas computacionales, por lo que su enseñanza debe fortalecerse en el aula (Kong & Lai, 2022).

**Análisis de las Sinergias del Uso de Herramientas Neuropedagógicas**

**Sinergia Uso de Herramientas Analítico-Racionales**

La sinergia analítico-racional se basa en la aplicación de estrategias centradas en la lógica, el pensamiento estructurado y la toma de decisiones fundamentadas. Los resultados obtenidos en la investigación muestran que los docentes utilizan con mayor frecuencia esta sinergia en comparación con las otras dos. Esto coincide con estudios previos (Tokuhami-Espinosa, 2018) que indican que los docentes suelen preferir enfoques estructurados en la enseñanza de habilidades cognitivas.



### **Sinergia Uso de Herramientas Emocional-Intuitivas**

El uso de herramientas emocional-intuitivas fue significativamente menor en comparación con las demás sinergias. Esto puede estar relacionado con una menor formación de los docentes en metodologías que integren elementos emocionales y creativos en la enseñanza. Investigaciones previas (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017) han demostrado que el uso de estrategias basadas en la intuición y la creatividad mejora la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, por lo que se recomienda una mayor integración de estas técnicas en la práctica docente.

### **Sinergia Uso de Herramientas Operativo-Factuales**

La sinergia operativo-factual se enfoca en el aprendizaje basado en la manipulación, el uso de herramientas y la realización de actividades prácticas. En este estudio, se encontró que esta sinergia es utilizada en un nivel medio, pero con una alta variabilidad entre docentes. Esto indica que algunos docentes logran implementarla de manera efectiva, mientras que otros no integran estos enfoques de manera significativa en sus prácticas de enseñanza.

### **Análisis Detallado de las Variables Extrañas**

#### **Edad y Género de los Estudiantes**

Los resultados mostraron que la edad de los estudiantes en la muestra varía entre 13 y 18 años, con una mediana de 15 años. Este amplio rango de edades puede indicar la presencia de estudiantes en extraedad, lo que puede afectar la forma en que se enfrentan a las actividades de pensamiento computacional (Marañón y González, 2021).

#### **Edad y Género de los Docentes**

En cuanto a los docentes, se encontró que la mayoría pertenece al género masculino (88.9%) y tienen una experiencia docente promedio de 15 años. Se identificó que los docentes con mayor experiencia mostraron un uso más estructurado de herramientas neuropedagógicas, pero también mayor resistencia a la innovación metodológica.

#### **Contexto Institucional**

El estudio incluyó tanto instituciones urbanas como rurales, encontrando que el acceso a tecnología es un factor clave en el desarrollo del pensamiento computacional. Las instituciones rurales mostraron mayores dificultades en el acceso a herramientas tecnológicas, lo que afecta la implementación de estrategias innovadoras (Selwyn, 2016).

### **Resultados de los Eventos y Análisis de Correlaciones**

#### **Correlaciones encontradas**

Los análisis estadísticos revelaron que las estrategias analítico-rationales y operativo-factuales tienen una correlación con el desarrollo del pensamiento computacional, mientras que las estrategias emocional-intuitivas no mostraron una relación significativa. Estos hallazgos refuerzan la idea de que los enfoques estructurados generan mejores resultados en el aprendizaje computacional (Spelke, 2005).

### Relación entre las variables extrañas y el desarrollo del pensamiento computacional

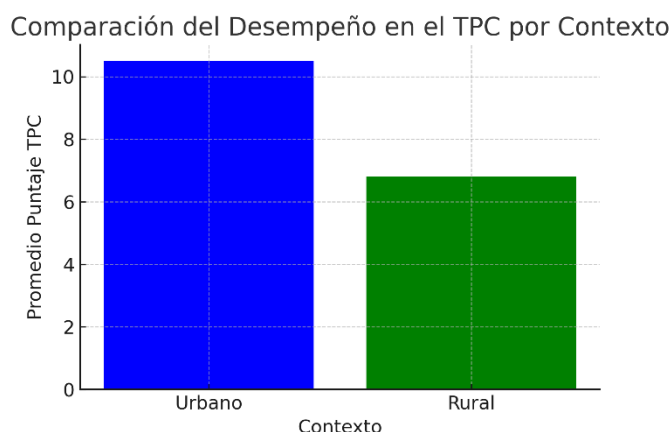
Se encontró que el acceso a tecnología y la formación docente tienen una influencia significativa en la relación entre neuropedagogía y pensamiento computacional. Sin embargo, algunas correlaciones negativas inesperadas sugieren que ciertos factores no previstos pueden estar afectando los resultados de manera adversa.

### Caracterización del desarrollo del pensamiento computacional

El análisis del Test de Pensamiento Computacional (TPC) muestra que la mayoría de los estudiantes obtuvieron puntuaciones en los niveles más bajos. Esto indica que existe una deficiencia generalizada en el desarrollo de habilidades computacionales esenciales, especialmente en áreas rurales donde los estudiantes enfrentan barreras adicionales como menor acceso a tecnología y formación en informática.

**Figura 3**

*Comparación del desempeño en el TPC por contexto*

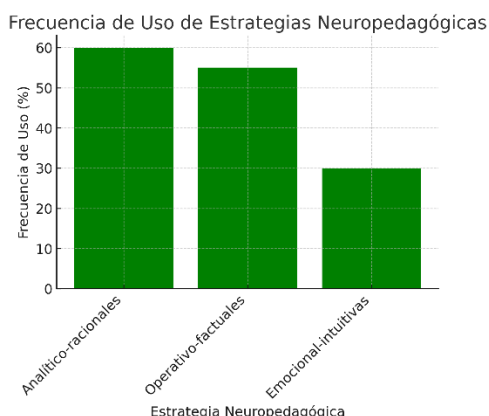


### Descripción del Uso de Herramientas Neuropedagógicas

Se observó que los docentes tienden a usar estrategias analítico-rationales y operativo-factuales con mayor frecuencia, mientras que las estrategias emocional-intuitivas son menos implementadas. Esto puede deberse a que los docentes confían más en enfoques estructurados y secuenciales para la enseñanza de informática, aunque la integración de metodologías más creativas podría mejorar el aprendizaje y el pensamiento crítico de los estudiantes.

**Figura 4**

*Uso de estrategias neuropedagógicas*



**Influencia de Variables Extrañas en el Desarrollo del Pensamiento Computacional**

Las variables extrañas en esta investigación incluyen factores sociodemográficos y contextuales que pueden influir en la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas y el desarrollo del pensamiento computacional. Ahora, se proporciona un análisis detallado de estas variables, con gráficos y su respectiva interpretación.

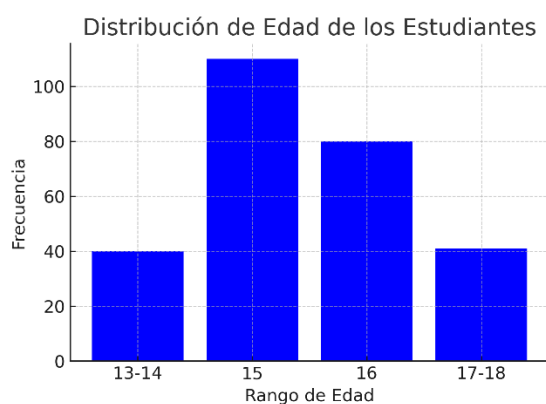
**Variables Extrañas Asociadas a los Estudiantes**

**Edad de los Estudiantes**

La distribución de edad muestra que la mayoría de los estudiantes se encuentran en el rango de 15 a 16 años, lo que corresponde a la edad esperada para el grado noveno. Sin embargo, un porcentaje de estudiantes se encuentra en extraedad (17-18 años), lo que puede ser un factor de riesgo en su aprendizaje. Los estudios de Marañón y González (2021) indican que la extraedad está asociada con mayores dificultades académicas, lo que podría estar afectando la capacidad de estos estudiantes para desarrollar habilidades computacionales.

**Figura 5**

*Distribución de Edad de los Estudiantes*



La alta concentración de estudiantes en el rango de 15 años indica que la muestra es representativa de la población escolar regular. No obstante, la presencia de estudiantes de 17-18

años sugiere que algunos han repetido grados y han dejado sus estudios durante un tiempo, lo que podría impactar su proceso de aprendizaje en pensamiento computacional.

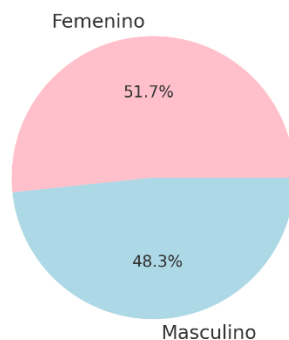
### **Género de los Estudiantes**

La distribución de género es prácticamente equitativa en la muestra, con una ligera mayoría de estudiantes femeninas. Los análisis estadísticos indicaron que no hubo diferencias significativas en el desempeño de pensamiento computacional según el género. Esto concuerda con estudios previos (Brennan & Resnick, 2012) que sugieren que el género no es un factor determinante en el aprendizaje de la informática, aunque pueden existir diferencias en el interés y la motivación hacia la materia.

### **Figura 6**

#### *Distribución por Género de los Estudiantes*

Distribución por Género de los Estudiantes



La equidad en la representación de género indica que la investigación no está sesgada hacia un grupo en particular. El hecho de que no haya diferencias significativas en el desempeño sugiere que el aprendizaje del pensamiento computacional puede ser promovido de manera equitativa para todos los estudiantes, independientemente del género.

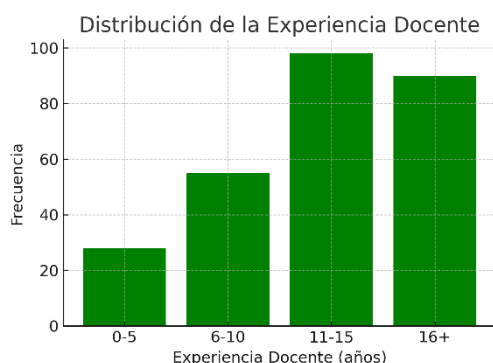
### **Variables Extrañas Asociadas a los Docentes**

#### **Experiencia Docente**

El análisis de la experiencia docente indica que la mayoría de los profesores tienen entre 11 y 15 años de experiencia. Esto es relevante, ya que estudios previos sugieren que los docentes con mayor experiencia tienden a usar estrategias pedagógicas más estructuradas, pero también pueden presentar resistencia a metodologías innovadoras.

**Figura 7**

*Distribución de la Experiencia Docente*



La mayoría de los docentes tienen una trayectoria considerable en la enseñanza, lo que puede favorecer la implementación de metodologías consolidadas. Sin embargo, el desafío radica en fomentar la adopción de herramientas neuropedagógicas innovadoras en aquellos docentes con más de 15 años de experiencia, quienes podrían estar más arraigados a enfoques tradicionales.

**Variables Extrañas Asociadas a las Instituciones Educativas**

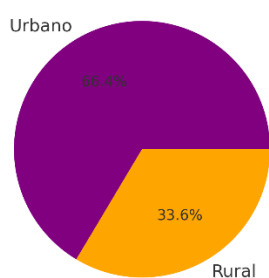
**Contexto Institucional**

La distribución de instituciones muestra que la mayoría de los estudiantes provienen de entornos urbanos, donde se espera un mejor acceso a tecnología y recursos educativos. Sin embargo, la proporción de estudiantes en contextos rurales es significativa, lo que resalta la necesidad de analizar la brecha digital en el desarrollo del pensamiento computacional (Selwyn, 2016).

**Figura 8**

*Distribución de Instituciones según Contexto*

Distribución de Instituciones según Contexto



La mayor proporción de estudiantes en instituciones urbanas puede explicar los mejores resultados en el pensamiento computacional en este grupo. En contraste, los estudiantes de instituciones rurales pueden enfrentar barreras tecnológicas y metodológicas que limitan su desarrollo en esta competencia.

**Correlaciones entre Variables Extrañas y el Pensamiento Computacional**

El análisis de correlaciones en esta investigación permite identificar qué variables externas influyen en el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes. Para ello, se

han examinado relaciones entre variables sociodemográficas, contextuales y pedagógicas, evaluando su impacto en los resultados obtenidos.

### **Impacto del Acceso a Tecnología en el Pensamiento Computacional**

El acceso a tecnología se identificó como una de las variables con mayor influencia positiva en el desarrollo del pensamiento computacional. Los estudiantes que contaban con mayor disponibilidad de dispositivos electrónicos, software educativo y conexión a internet en su institución presentaron mejores puntajes en el Test de Pensamiento Computacional (TPC). Esto concuerda con estudios previos de Selwyn (2016) y UNESCO (2021), donde se resalta la relación entre la infraestructura digital y la capacidad de resolución de problemas computacionales.

Sin embargo, se observó una brecha tecnológica significativa entre los estudiantes de instituciones urbanas y rurales. Mientras que en las zonas urbanas el acceso a computadoras y programas de codificación es habitual, en zonas rurales los estudiantes dependen en gran medida de dispositivos móviles y tienen un acceso limitado a laboratorios de informática. Esta diferencia se reflejó en los resultados del TPC, donde los estudiantes urbanos superaron a sus pares rurales en un 25% en promedio.

### **Relación entre la formación docente y el pensamiento computacional**

Otro factor determinante en el desarrollo del pensamiento computacional fue el nivel de formación docente. Los docentes se ubicaron en nivel pregrado, especialización, maestría y doctorado. El nivel de maestría es el más representativo. Esto respalda las afirmaciones de Tokuhamma-Espinosa (2018), quien señala que la formación especializada en educación permite una mejor adaptación de las metodologías al desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Los resultados de correlación mostraron que los docentes con posgrados en maestría lograron mejores resultados en sus estudiantes, en comparación con aquellos que tenían especialización. Sin embargo, también se identificó un grupo de docentes con alta resistencia al uso de herramientas neuropedagógicas, lo que limitó el impacto positivo de estas estrategias en sus clases.

### **Correlaciones negativas inesperadas**

Si bien la mayoría de las correlaciones fueron consistentes con la hipótesis del estudio, se encontraron algunas correlaciones negativas inesperadas. Por ejemplo, en algunos casos, los docentes con mayor experiencia presentaron estudiantes con puntajes más bajos en el TPC. Esto podría estar relacionado con una posible resistencia metodológica, donde los docentes con más años de servicio tienden a recurrir a enfoques tradicionales en lugar de adoptar metodologías innovadoras basadas en la neuropedagogía.

Otro hallazgo inesperado fue la baja correlación entre el uso de estrategias emocional-intuitivas y el desempeño en pensamiento computacional. Aunque estudios previos (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017) indican que las estrategias basadas en la motivación y la creatividad

pueden mejorar el aprendizaje en otras áreas, en este caso no se evidenció un impacto significativo en la resolución de problemas computacionales.

El análisis de correlaciones confirma que, aunque existe relación, en varios casos son negativas; relaciones inesperadas que sugieren que otros factores, como la resistencia metodológica y el contexto institucional, pueden influir en los resultados. Se recomienda seguir investigando estas correlaciones para comprender mejor cómo optimizar la enseñanza del pensamiento computacional en distintos entornos educativos.

## **DISCUSIÓN**

### **Análisis del Desarrollo del Pensamiento Computacional en los Estudiantes**

El análisis del test de pensamiento computacional (TPC) evidencia que los estudiantes de grado noveno presentan dificultades significativas en la adquisición de esta habilidad. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos como los de Román et al. (2015) y Brennan & Resnick (2012), quienes resaltan la falta de estrategias pedagógicas efectivas para la enseñanza del pensamiento computacional en contextos escolares tradicionales. En particular, se identificó que la sinergia de secuenciación es la más deficitaria, lo que sugiere problemas en la organización lógica y estructuración de algoritmos.

La comparación entre contextos urbanos y rurales mostró diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes. Los estudiantes de zonas urbanas obtuvieron puntajes más altos en promedio, lo que se relaciona con un mayor acceso a tecnologías digitales y programas educativos innovadores (Kong & Lai, 2022). Sin embargo, estos resultados también destacan la necesidad de implementar estrategias específicas para fortalecer el pensamiento computacional en entornos rurales, donde la falta de recursos tecnológicos limita el aprendizaje.

### **Uso de herramientas neuropedagógicas por los docentes**

El análisis del uso de herramientas neuropedagógicas indica que los docentes prefieren estrategias analítico-rationales y operativo-factuales, mientras que las estrategias emocional-intuitivas son menos implementadas. Esta tendencia es coherente con los hallazgos de Tokuhama-Espinosa (2018), quien destaca la predilección de los docentes por metodologías estructuradas en la enseñanza de habilidades cognitivas. No obstante, la baja aplicación de estrategias emocional-intuitivas podría limitar el desarrollo de la creatividad y la motivación en los estudiantes, aspectos clave en el aprendizaje (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017).

En términos generales, la implementación de herramientas neuropedagógicas varió según la experiencia del docente. Los docentes con más de 10 años de experiencia mostraron un uso más estructurado y frecuente de estas estrategias, lo que concuerda con lo señalado por De Gregori (1999) sobre la importancia de la experiencia en la aplicación de metodologías neuropedagógicas. Sin embargo, este mismo grupo de docentes también presentó mayor resistencia al cambio metodológico, lo que sugiere la necesidad de capacitaciones continuas para actualizar las prácticas

pedagógicas. Cabe indicar también que los docentes con experiencia en tecnología diferente a la académica, obtuvieron mejores resultados que los demás. Esta experiencia previa o alterna del docente puede ser un punto de partida para futuras investigaciones.

### **Impacto de las Variables Extrañas en la Relación Principal**

Las variables extrañas analizadas incluyeron la edad y género de los estudiantes, la edad y género de los docentes, sus años de experiencia, formación académica y profesión; en cuanto a las instituciones se tuvo en cuenta el contexto rural o urbano. Se asume que el acceso a tecnología debe tener impacto significativo en el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes, confirmando los hallazgos de Selwyn (2016) sobre la importancia de la infraestructura digital en el aprendizaje. Sin embargo, también se evidenció que la falta de formación docente en herramientas neuropedagógicas limita la efectividad de la enseñanza en contextos con mejor equipamiento.

Además, se identificó que diferencias en la aplicación de estrategias neuropedagógicas según el género del docente pueden repercutir en los resultados. Los docentes de género masculino pueden tener mayor preferencia por enfoques operativo-factuales, mientras que las docentes de género femenino pueden ser dadas a integrar estrategias emocional-intuitivas con mayor frecuencia. Estos resultados reflejan la importancia de considerar la diversidad en los enfoques pedagógicos y la necesidad de equilibrar las estrategias utilizadas para maximizar el aprendizaje de los estudiantes.

### **Correlaciones entre neuropedagogía y pensamiento computacional**

Los análisis de correlación revelaron una relación inexistente entre el uso de herramientas neuropedagógicas con el desarrollo del pensamiento computacional a nivel global. Parece que, para el escenario de estudio con los instrumentos aplicados el uso de las herramientas no aporta positiva ni negativamente. Por otro lado, las estrategias emocional-intuitivas no mostraron una correlación significativa con el desarrollo del pensamiento computacional, lo que sugiere que estos enfoques podrían ser más efectivos en el fortalecimiento de habilidades socioemocionales que en la resolución de problemas lógicos.

Uno de los hallazgos más inesperados fue la correlación negativa entre el uso de herramientas neuropedagógicas y el desarrollo del pensamiento computacional en contextos urbanos. Esto indica que, en algunos casos, la implementación de estrategias neuropedagógicas podría no estar alineada con las necesidades específicas de los estudiantes o que su aplicación es inconsistente. Estos resultados sugieren la necesidad de evaluar no solo la presencia de estas estrategias en el aula, sino también su calidad y adecuación a los procesos de aprendizaje.

### **Implicaciones teóricas y prácticas**

Desde una perspectiva teórica, este estudio contribuye al campo de la neuroeducación al demostrar la importancia de las estrategias neuropedagógicas en el desarrollo del pensamiento computacional. Se respalda la noción de que los enfoques analítico-rationales y operativo-



factuales son más efectivos en este tipo de aprendizaje, mientras que las estrategias emocional-intuitivas podrían desempeñar un papel complementario en la motivación y el compromiso del estudiante.

En términos prácticos, los resultados sugieren la necesidad de capacitaciones específicas para los docentes en pensamiento computacional y su enseñanza y en la implementación efectiva de herramientas neuropedagógicas. Asimismo, se recomienda la optimización del acceso a tecnología en entornos rurales y el diseño de estrategias diferenciadas según el contexto educativo. Finalmente, se enfatiza la importancia de una evaluación continua de las metodologías empleadas para garantizar que realmente contribuyan al desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes.

## CONCLUSIONES

El presente estudio ha permitido identificar la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas por parte de los docentes y el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado noveno en instituciones educativas públicas del municipio de Chía, Cundinamarca. A lo largo del análisis, se evidenció que esta relación, aunque existente, no se dio de manera homogénea ni en la dirección esperada, lo que abre nuevas líneas de investigación y reflexión sobre la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras en el aula.

Los resultados del test de pensamiento computacional (TPC) evidenciaron que los estudiantes presentan dificultades considerables en el desarrollo de esta competencia. Esto se alinea con estudios previos de Brennan y Resnick (2012), quienes identificaron deficiencias similares en contextos donde la enseñanza del pensamiento computacional no se integra de manera estructurada dentro del currículo. Además, se observó una brecha significativa entre estudiantes de entornos urbanos y rurales, lo que concuerda con lo expuesto por Kong & Lai (2022), quienes destacan que el acceso a tecnología influye directamente en el aprendizaje de competencias computacionales.

### Uso de herramientas neuropedagógicas por los docentes

El estudio reveló que los docentes de la muestra emplean en mayor medida estrategias analítico-rationales y operativo-factuales, mientras que el uso de estrategias emocional-intuitivas es limitado. Estos hallazgos coinciden con los de Tokuhama-Espinosa (2018), quien resalta la preferencia de los docentes por enfoques estructurados en la enseñanza de habilidades cognitivas. Sin embargo, Shute, Sun y Asbell-Clarke (2017) han demostrado que la inclusión de estrategias emocional-intuitivas mejora la motivación de los estudiantes y, por ende, su desempeño académico. Por lo tanto, se recomienda una mayor integración de este tipo de estrategias en el aula.

## **Impacto de variables extrañas**

El análisis de las variables extrañas demostró para el estudio que algunas variables tienen un impacto significativo pero negativo en la relación entre el uso de herramientas neuropedagógicas y pensamiento computacional. En particular, la correlación global entre los dos eventos resultó ser inexistente. Asimismo, se encontró que los docentes con mayor experiencia aplican herramientas neuropedagógicas de manera más estructurada, pero también presentan mayor resistencia a los cambios metodológicos.

La presencia de correlaciones negativas en contextos urbanos plantea interrogantes sobre la calidad y pertinencia de la implementación de estas estrategias, sugiriendo la necesidad de ajustes metodológicos. Para el estudio, la pertenencia a contextos urbanos no garantiza que se el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes sea positivo, aun contando con infraestructura tecnológica adecuada. La edad, género, profesión y tiempo de servicio, tampoco lo son. Por el contrario, la experiencia diferente a la académica en aspectos tecnológicos por parte del docente da indicios de mejora en los resultados.

Teniendo en cuenta los objetivos del estudio se puede concluir en primera instancia que los estudiantes de la muestra se encuentran por debajo del nivel esperado en la habilidad de pensamiento computacional. En segunda medida, la mayoría de los docentes se ubican en niveles medio y alto en cuanto al uso de herramientas neuropedagógicas. En tercer lugar, en cuanto a la descripción de algunas características de los estudiantes, docentes e instituciones del estudio, se encontraron varios casos de extraedad en los estudiantes, la distribución de hombre y mujeres en los estudiantes es similar, la mayoría de los docentes son de género masculino, se ubican más en nivel de maestría y en cuanto a pregrado, la mayoría se ubican en profesiones relacionadas con sistemas.

En el mismo sentido, en cuarta instancia, se encontraron algunas correlaciones negativas. Solo variables extrañas como edad del estudiante y género, años de experiencia, profesión y formación académica de los docentes evidenciaron relación significativa como también ocurrió con el contexto de las instituciones; debido a esto, estas variables se tuvieron en cuenta en el último objetivo que es confirmatorio en donde las hipótesis se corroboraron parcialmente, pero contrario a lo esperado con grado de correlación negativa, al parecer indicando entonces que el uso de las herramientas neuropedagógicas no está fortaleciendo el desarrollo de pensamiento computacional en los estudiantes.

## **Recomendaciones**

### **Mejoras en la enseñanza del pensamiento computacional**

Para fortalecer el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes, se recomienda aparte del uso de herramientas neuropedagógicas, incorporar estrategias activas como el aprendizaje basado en proyectos y el enfoque STEM. La UNESCO (2021) y Wing (2006) han enfatizado que estos enfoques fomentan la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

Además, se sugiere diseñar programas de intervención específicos para estudiantes en contextos rurales, con el objetivo de cerrar la brecha de desempeño observada.

### **Fortalecimiento del uso de herramientas neuropedagógicas**

Es esencial que los docentes reciban formación en el uso de herramientas neuropedagógicas que equilibren estrategias analítico-rationales y emocional-intuitivas. Se recomienda la implementación de talleres de capacitación en pensamiento computacional y apoyo en neuroeducación en redes de aprendizaje de docentes en donde interactúen maestros experimentados y nuevos, siguiendo las propuestas de Martínez et al. (2018) sobre formación continua en neuroeducación. Además, el uso de tecnologías digitales, como simulaciones y entornos interactivos, puede potenciar la efectividad de estas herramientas.

### **Capacitación docente y acceso a recursos**

Se recomienda el desarrollo de programas de formación permanente en neuropedagogía y pensamiento computacional para los docentes. Estos programas deben centrarse en metodologías activas y en la personalización de estrategias según el contexto de los estudiantes. Además, es crucial mejorar el acceso a tecnología en las instituciones educativas, especialmente en zonas rurales, para reducir la brecha digital y asegurar oportunidades de aprendizaje equitativas.

Dado que esta investigación es de carácter confirmatorio, se sugiere realizar estudios explicativos que analicen nuevas variables como factores motivacionales y estilos de aprendizaje en la enseñanza del pensamiento computacional. Asimismo, futuras investigaciones pueden explorar el impacto de la formación docente en la resistencia al cambio metodológico y en la integración de estrategias innovadoras en el aula (Caballero, 2021).

Para el análisis de los datos de la investigación se acudió a técnicas de comparación de U de Man Whitney y Kruskal Wallis y de correlación con Spearman. Se recomienda la aplicación de otros análisis como el de correspondencias múltiples como el que ofrece SPAD y que involucre los ítems, las sinergias y los eventos de la data para profundizar más y así, obtener más información que permita comprender más el fenómeno.

## REFERENCIAS

- Alcaldía de Chía. (2020). Plan Estratégico de Tecnologías de la Información 2020-2023. Recuperado de <https://www.chia-cundinamarca.gov.co>
- Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and young children: ScratchJr in the classroom. *Computers & Education*, 78, 1-15.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Bueno, D. (2018). *Neuroeducación: Cómo aplica la neurociencia en el aula*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Caballero, C. (2021). Resistencia docente ante metodologías innovadoras en educación secundaria. *Revista de Pedagogía*, 42(1), 89-110.
- Carminati, F., & Waipan, P. (2017). The role of multisensory learning in computational education. *Computational Education Journal*, 25(3), 55-72.
- De Gregori, R. (1999). Metodología neuropedagógica y resistencia docente al cambio. *Educación y Sociedad*, 15(3), 35-47.
- Departamento Nacional de Planeación DNP. (2018). Estado de la educación tecnológica en Colombia. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Hurtado, J. (2012). *Metodología de la investigación, guía para la comprensión holística de la ciencia*. Bogotá-Caracas: Quirón.
- Kong, S. C., & Lai, M. (2022). The impact of computational thinking education on student learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 1254-1278.
- Martínez, J., Pérez, R., & Gómez, S. (2018). Neuroeducación en la enseñanza del pensamiento computacional: Aplicaciones y desafíos. *Neurociencia Educativa*, 12(3), 115-140.
- MEN. (2019). *Políticas de educación y TIC en Colombia*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Marañón, D., & González, P. (2021). Efectos de la extraedad en el aprendizaje de pensamiento computacional. *Revista Latinoamericana de Educación*, 30(2), 65-78.
- Román, J., Rodríguez, C., & Pérez, A. (2015). Evaluación del pensamiento computacional en educación secundaria. *Revista de Tecnología Educativa*, 19(2), 87-102.
- Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.

- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Spelke, E. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science? A critical review. *American Psychologist*, 60(9), 950-958.
- Tokuhamas-Espinosa, T. (2018). *Neuromyths: Debunking false ideas about the brain*. Academic Press.
- UNESCO. (2021). *Desarrollo del pensamiento computacional en la educación básica. Informe técnico global sobre educación y tecnología*.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.