

El pensamiento computacional, como soporte del pensamiento matemático, en la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas–Colombia)*

Computational thinking as a support for mathematical thinking at the Santo Domingo Savio Educational Institution in Chinchiná (Caldas, Colombia)

Recibido: 5 de mayo de 2023
Aceptado: 29 de julio de 2023
DOI: [10.22517/25393812.25518](https://doi.org/10.22517/25393812.25518)
pp. 28-74

Como citar este artículo APA7:

Argoti, J. (2023). El pensamiento computacional, como soporte del pensamiento matemático, en la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas–Colombia). *Revista Miradas* 18(2), 28-74

 **Julio Alexander Argoti Álvarez****
alexander.argoti@gmail.com

Licencia Creative Commons
Atribución/Reconocimiento-
NoComercial-SinDerivados 4.0
Internacional — CC BY-NC-ND 4.0.



Revista de investigación

miradas

ISSN Digital N° 2539-3812
ISSN Impreso N° 0122994X

Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Ciencias de la Educación

* Artículo derivado de tesis de estudios doctorales de Julio Alexander Argoti Álvarez entre los años 2020 y 2021.

** Doctorante de la Universidad Cuauhtémoc, sede Aguascalientes, México. El autor es docente del área de Matemáticas, adscrito a la secretaría de Educación del Departamento de Caldas – Colombia, la formación del autor es: Licenciado en Matemáticas, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Desarrollo Humano, Magister en Ingeniería Ambiental y Doctor en Ciencias de la Educación. ORCID: 0009-0001-5597-4334.

Resumen

La presente investigación evaluó la mejora del pensamiento matemático, desde una intervención de habilidades computacionales en estudiantes adolescentes de grado octavo de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia), de estrato socioeconómico 1, 2 y 3, con edades comprendidas entre los 12 y 17 años. El trabajo se elaboró en los años 2020 y 2021, se fundamentó conceptualmente en pensamiento computacional propuesto por (Wing, 2014), para el proceso se consideró como la variable de estudio independiente y se referenció la teoría de (Piaget, 1952) sobre el pensamiento matemático, la cual en el estudio es la variable dependiente. La investigación desarrollada es de tipo cuasi-experimental, con un muestreo de tipo no probabilístico intencionado, se trabajó con grupos experimentales, un grupo por cada año, a quienes se les aplicó durante cuatro meses el programa de intervención; previo y posterior al programa de intervención se aplicó pruebas pretest y postest, mediante los test internacionales denominados test de “inteligencia matemática de Binet-Simón y Wechsler”, para efectos de comparación de evidencias. Finalmente, mediante pruebas de hipótesis, usando las distribuciones normal y t de Student, se concluye que el pensamiento computacional (variable independiente), afecta de manera estadísticamente significativa en la mejora del pensamiento matemático (variable dependiente).

Palabras clave: Pensamiento matemático, pensamiento computacional, test de pensamiento matemático, habilidades matemáticas, lenguaje de programación scratch, desarrollo del pensamiento matemático, coeficiente intelectual (CI)

Abstract

This research analyzes the impact of teaching computational skills on the math thinking abilities of eighth-grade students at the Santo Domingo Savio Educational Institution of Chinchiná (Caldas-Colombia), which belong to socioeconomic level 1, 2, and 3 and are aged between 12 and 17 years old. The research was developed in 2020 and 2021 and was based on the computational thinking proposed by Wing (2014). This notion was considered the independent study variable for the process, and Piaget's theory of mathematical thinking (1952) was the dependent variable. The research was quasi-experimental and involved an intentional non-probabilistic sampling. The investigation used experimental groups, with one group each year who underwent a four-month intervention program. Before and after the intervention program, pretest and post-test tests were conducted using the international Binet-Simon and Wechsler mathematical intelligence test to compare the results. Finally, using hypothesis testing, by means of the normal and Student's t-distributions, it is concluded that computational thinking (independent variable) has a statistically significant effect on improving mathematical thinking (dependent variable).

Keywords: Mathematical thinking, computational thinking, mathematical reasoning test, mathematical skills, scratch programming language, scratch, mathematical thinking development, mathematical IQ

Introducción

La Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia), proyecta de manera permanente, desafíos hacia el mejoramiento en los resultados de pruebas externas al colegio, se resalta que uno de los principales componentes que se evalúa es el pensamiento matemático, expresados en los resultados que la institución evidencia con puntajes por debajo de la media según (ICFES, 2019; OCDE, 2020), además la institución tiene interés de alternativas en procesos de aprendizaje en miras a mejorar los índices de *mortalidad académica* en el desempeño de matemáticas; por estas razones la implementación de actividades pedagógicas que permitan mejorar los resultados institucionales en pensamiento matemático, se han convertido en un reto institucional.

Una de las actividades en el aprendizaje, como lo propone (Piaget, 1991) en sus estructuras cognoscitivas, es el desarrollo del pensamiento en operaciones lógico – matemáticas, etapa de desarrollo que oscila en edades escolares comprendidas entre los 12 y 17 años de edad, curiosamente es uno de los momentos donde la motivación de algunas personas por el aprendizaje de las matemáticas es bajo, debido a múltiples factores; como por ejemplo: malas experiencias en el desarrollo del pensamiento matemático en años anteriores, prácticas de ejercitación matemática descontextualizada de la cotidianidad, inadecuados procesos de acompañamiento de profesores, resultados de rendimiento escolar con bajos desempeños, debilidad en la formación matemática de los maestros, entre otros. Investigadores como (Caballero y Espíndola, 2016) en su estudio *El rechazo al aprendizaje de las matemáticas a causa de la violencia en el bachillerato* o (Salazar et al., 2017) en su indagación Latinoamericana sobre la *Psicología social de la matemática*, evidencian lo que acá se afirma; estas ideas causan inquietud sobre la validación de alternativas pedagógicas que apoyen el mejoramiento de los procesos de desarrollo del pensamiento matemático.

Desde la observación se evidencia en los adolescentes, especial interés y motivación por la manipulación y usabilidad de herramientas tecnológicas, esto motiva a indagar posibi-

lidades desde los gustos de los estudiantes y se revisa una alternativa concreta de pensamiento computacional, con el *Lenguaje de programación Scratch*, apoyado en los fundamentos de (Wing, 2006), desde el pensamiento computacional se resaltan inicialmente diversos aspectos, entre ellos la usabilidad de herramientas tecnológicas, aplicaciones de internet, *software* con propósito de resolver problemas, la modelación de fenómenos naturales, el tratamiento de datos; estas ideas orientan la posibilidad de indagar concretamente la propuesta pedagógica de mediación tecnológica y medir el impacto en los estudiantes.

Las experiencias del uso del pensamiento computacional en la solución de problemas llevan a las personas a estructurar el desarrollo del pensamiento desde los fundamentos más simples como las que plantea (Piaget, 1958) en su teoría, sobre los procesos mentales de seriación, orden, clasificación, agrupación, modelamiento, patrones, entre otros, y sin lugar a dudas estos tienen estrecha relación con el desarrollo del pensamiento matemático, estas ideas llevaron al presente estudio a cuestionar la influencia del pensamiento computacional en el desarrollo del pensamiento matemático y es por estas razones que se plantea el interrogante: ¿El desarrollo de habilidades en el pensamiento computacional, SI mejorará considerablemente el desarrollo del pensamiento matemático?

Se realizó una investigación de tipo cuasiexperimental, con un muestreo de tipo no probabilístico intencionado, a partir de grupos de cien estudiantes por cada año de estudio, para los años 2020 y 2021 respectivamente, los participantes son estudiantes de grado octavo de la IE Santo Domingo Savio del Municipio de Chinchiná (Caldas – Colombia), estas personas tienen edades comprendidas entre los 12 y 17 años, que comúnmente se denominan “adolescentes”; de la muestra de estudio, el 30 % se convirtió en grupos de estudiantes experimentales, con este grupo experimental se trabajó en horario extra clases, en sesiones semanales de cuatro horas, en un período de cuatro meses durante cada año de estudio. El grupo experimental se denominó *Club de programación con Scratch*, este club es considerado

el *programa de intervención*, el cual contempla dieciséis semanas de exploración con sus respectivas guías o talleres de orientación de programación con lenguaje Scratch; por otra parte, el 70 % restante de la muestra no participó del programa de intervención, pero si aplicaron los test de habilidades matemáticas, estos grupos se denominaron grupos de control, de esta manera además de tener pretest y postest se tuvieron los grupos experimentales y grupos de control, con el objetivo de los procesos de comparación.

Para efectos de evaluación de los resultados se utilizaron las pruebas conocidas como *Test de inteligencia numérica de Binet-Simón y Wechsler*, estos test se aplicaron de manera previa al proceso de intervención y posterior al proceso de intervención, los pretest y los postest son las herramientas que permitieron validar el impacto del programa de intervención; finalmente, mediante pruebas de hipótesis de diferencias pareadas para los diferentes grupos, se obtuvo que si es significativo y positivo el apoyo que brinda el desarrollo del pensamiento computacional (causa) al desarrollo de pensamiento matemático (efecto).

Fundamentos teóricos

- Pensamiento matemático

El concepto de pensamiento matemático puede interpretarse de distintas maneras, dependiendo del foco de atención y de los protagonistas implicados; algunos autores como por ejemplo (Cantoral, 2005) y (García, 1982), fundamenta la estructura del pensamiento matemático a partir de las habilidades de clasificación y seriación, (Chapman, 2011) se concentra en el pensamiento matemático desde la intuición (Van, 1957) fundamenta la relación de la matemática desde el pensamiento espacial, (Mason et al., 1982) definen pensamiento matemático desde la complejidad, (Vygotsky, 1934) argumenta el desarrollo del pensamiento matemático a partir de las relaciones sociales entre los individuos; la investigación tomo a Jean Piaget como centro conceptual, puesto que él asume el desarrollo del pensamiento

matemático como habilidades que se aprenden de manera progresiva, experimental y con regulación del medio ambiente.

Desde la teoría de (Piaget, 1985), se comprende que el desarrollo de pensamiento matemático es de tipo progresivo; para desarrollar algún avance en el pensamiento se debe permitir al individuo descubrir y asimilar los conceptos por sí mismo, esta exploración y construcción de estructuras mentales son un proceso que empieza en la persona incluso meses antes de nacer y se desarrolla durante toda la vida del ser humano; en esta búsqueda ilimitada de respuestas a los interrogantes que le plantea el mundo al individuo, se hace necesario establecer la comprensión de este de manera social, para lograr un diálogo o una comunicación por medio de un sistema de símbolos que sea común y comprensible para la humanidad, el desarrollo del pensamiento matemático en unión al trabajo y aporte social de los seres humanos ha logrado establecer conceptualizaciones comunes para el desarrollo de los pueblos, es por ello de vital importancia la construcción de conceptos y su uso, como es el caso de los números, las unidades de medida, unidades de tiempo, la abstracción de lo que en la naturaleza está sujeto a ser variable y los principios naturales de incertidumbre; de esta manera se estructura un desarrollo de un sistema de conceptos común para el desarrollo de la humanidad.

(Castañón, 2017) afirma que el desarrollo del pensamiento matemático, debe consolidar distintas nociones o conceptos que permiten un diálogo común entre las comunidades y personas, como son: los procesos de autorregulación, el concepto de número, las operaciones de comparación, la asignación de roles, el ejercicio de clasificación de los diferentes elementos, las operaciones de secuencias, el comportamiento de los patrones y la distinción de símbolos; cada uno de estos componentes desarrollan en la persona funciones cognitivas que van a derivar en la adquisición concreta del *pensamiento numérico*.

La resolución de problemas a partir de los ejercicios de abstracción mental que llevan al individuo a hacer representaciones y abstracciones que se podrían denominar “mentefactos”, como lo plantea (Gamboa y Ballesteros, 2009), estos mentefactos son similares a los “artefactos” pero que existen en la mente como imaginarios a partir de las figuras y conceptos, sobre lo que percibe el ser humano; (Nieves y Torres, 2013, p.115) y (Wagner et al., 2014) postulan que “Un modelo puede percibirse desde un sistema figurativo mental, el cual puede convertirse en un gráfico o una expresión algebraica que intenta ser la representación de la realidad en forma esquemática, para hacerla más comprensible”(p.75), la operación compleja y mental de elaboración de modelos es una de las características más avanzadas en el desarrollo del pensamiento espacial o *pensamiento geométrico*.

(Villa, 2010) expresa los modelos, las ecuaciones, expresiones algebraicas, funciones, tasas de variación, entre muchos otros conceptos que permiten caracterizar las variables y las cuales facilitan el desarrollo del estilo propio de razonamiento y pensamiento que se denomina *pensamiento variacional*; (Cantoral y Farfán, 2005; Vasco, 2010), proponen la estructuración del pensamiento variable como el desarrollo mental más importante en la etapa de desarrollo de las operaciones formales, debido a que implica los ejercicios de abstracción mental de la manera más concreta posible. Vasco (2010) afirma que:

El objeto del pensamiento variacional es la captación y modelación de la covariación entre cantidades de magnitud, principalmente –pero no exclusivamente– las variaciones en el tiempo. Una manera equivalente de formular su propósito rector es pues tratar de modelar los patrones que se repiten en la covariación entre cantidades de magnitud en subprocesos de la realidad. (p. 118)

Aquí Vasco expresa y resalta la importancia de la métrica, de las representaciones espaciales y su matrimonio con las variables, debido a que los pensamientos sueltos por sí solos no son más que datos, pero al complementarse brindan información en contexto y de esta manera se posibilita al individuo la toma de decisiones.

Los autores (Mason et al., 2009), caracterizan la etapa de operaciones formales como el momento de desarrollo del denominado *pensamiento algebraico*, el cual es percibido como habilidad para pasar del análisis mental abstracto del contexto a la estructura y escritura de las ideas, además (Radford, 2006) concibe al *Álgebra* como la capacidad de hacer uso de representaciones semióticas para visualizar los diferentes razonamientos por medio de simbolismos alfanuméricos, recursos verbales, gestos o ritmos; desde estas ideas de pensamiento algebraico como desarrollo de los niveles de raciocinio del ser humano.

De acuerdo con (Cantoral et al., 2005), el pensamiento variacional, relacionado con el concepto de número, sumado a los detalles de la fundamentación de las reglas naturales de las matemáticas, se convierte en una herramienta que permite cuantificar y generar conceptos de magnitudes, en los niveles de desarrollo del pensamiento de la persona, la cual desde su percepción da respuesta a las dinámicas de los fenómenos naturales y la relación de la comprensión del mundo que rodea al individuo y con ello mismo se presenta el desarrollo del *Pensamiento Métrico*.

(Fischbein, 1975), valora las abstracciones a partir del ejercicio mental sobre la dinámica de la información desde la manipulación de datos, la naturaleza del origen y dinámica de estos en los diferentes entornos o contextos y desde conceptos de tipo probabilístico y estadístico, debido a que la vida y el entorno del hombre exige el desarrollo del pensamiento a partir de situaciones problemáticas de incertidumbre y del intento que debe hacer el ser humano por interpretar o comprender los fenómenos del mundo circundante, los cuales de una u otra manera responden a principios probabilísticos o de incertidumbre y lleva consigo el desarrollo del *pensamiento de tipo probabilístico o estadístico*.

Villarini (2014), establece que “pensamiento matemático es la capacidad de las personas de realizar representaciones e interpretaciones de forma abstracta en su mente con el objeto de establecer comprensión del mundo circundante” (p. 205), esta actividad necesita

de unas operaciones que (Piaget, 1952) denomina procesos de desacomodamiento, ajuste y ordenamiento, en las estructuras mentales del ser humano, para que el individuo sea capaz de resolver problemas.

Por otra, parte (Canals, 2001) basado en la teoría de Piaget, coloca especial interés en el Pensamiento Matemático como la estructura que permite razonar ante la resolución de un problema, y que para su análisis, interpretación y solución necesita de operaciones de medición, estimación, relaciones de comparación, modelación, ejercicios de prueba y error, entre otros, que se derivan generalmente de cualquier contexto cotidiano, que al mismo tiempo involucren estrategias divergentes, creativas, lógicas y que permitan darle solución a un problema desconocido, pero de especial interés del ser humano; el conjunto de experiencias significativas que vive el individuo y que le permite lograr actividades de interpretación y comprensión del mundo que percibe por medio de un sistema de comunicación que es universal y que le da rigor al lenguaje matemático, como Parra (2016) lo afirma mencionando que estas experiencias son de tipo progresivo, y hacen que las personas construyan diferentes heurísticas hacia la innovación y creatividad, en la toma de decisiones de su vida cotidiana.

(Paltán y Quili, 2011) se refieren a la ejercitación, al movimiento repetitivo o entrenamiento que suelen ejecutar algunas personas en búsqueda de mejorar sus procesos físico-mecánicos o su capacidad de almacenamiento de conceptos en su memoria; para Jean Piaget, “los ejercicios abstractos llevan a hacer un análisis del contexto que se plantea en el problema” (p. 88), desde la comprensión del problema, los datos que se presentan y la práctica de prueba - error de los datos con operaciones de relación entre los datos de la situación; la resolución de problemas exige por demás abstracciones a partir de la información que se tiene en la memoria para efectos de los procesos mentales que son reflexivos y con origen en conceptualizaciones matemáticas; estas interrelaciones de ideas en la mente de

las personas y tal como lo afirma Arismendi y Díaz (2008) llevan a la sociedad y al hombre a establecer códigos comunes de comunicación para lograr resolver problemas desde el ámbito social de la humanidad.

- **Pensamiento computacional**

La investigadora Jeannette M. Wing, quien además es reconocida en el mundo como la fundadora del pensamiento computacional, en su libro *computational thinking* (Wing, 2014), además de (Moreno et al., 2019), afirman que el pensamiento computacional es la posibilidad que tienen las personas de proponer soluciones a problemas por medio del uso de plataformas o herramientas, conceptos y ejercicios de la disciplina computacional, basados en elementos como la abstracción, la descomposición, el uso de algoritmos y el ejercicio de las simulaciones, a partir de este concepto se propone el concepto de pensamiento computacional como la competencia o el desarrollo de habilidades, que le permiten al ser humano, resolver problemas a partir de formas de pensamiento desde el enfoque sistémico de la Teoría General de Sistemas de (Bertalanffy, 1976) y con apoyo de lenguajes computacionales, permitiendo de esta manera una relación entre la abstracción mental de los problemas y el uso de los códigos computacionales, que hacen tangibles las posibles soluciones a las problemáticas de la vida del hombre.

En los trabajos de (Wing, 2014) y (Moreno et al., 2019), se proponen las siguientes habilidades que se proponen desarrollar en el desempeño del pensamiento computacional:

- Pensamiento crítico: Para (Bruni & Nisdeo, 2017; Denning, 2017), esta habilidad desarrolla la capacidad de organizar datos e información de manera lógica, sistémica, poder analizarlos y predecir sus posibles comportamientos en el problema de estudio
- Descomposición: Esta habilidad debe permitir dividir los problemas en partes más pequeñas, y desde cada parte o componente dividida, facilitar la solución de cada una de estas para ir escalando a la solución final

- Reconocimiento de patrones: (González y Muñoz, 2017) formulan al reconocimiento de patrones como las tendencias del comportamiento de diferentes situaciones, que presentan características comunes y similares, las cuales permiten caracterizar patrones o condiciones idénticas a otras
- Abstracción y generalización: Para (Valverde, Fernández y Garrido, 2015), esta habilidad destaca la comprensión de los problemas a partir de la segmentación de estos y a partir de esta comprensión en relación con los datos e información poder construir esquemas o modelos que permitan visualizar el problema e inclusive desarrollar simulación de este de manera holística
- Perseverancia y tolerancia a los errores: (Hitschfeld, Pérez & Simmonds, 2015), indican que la experimentación implica el ejercicio de prueba y error, lo cual lleva a desarrollar niveles de perseverancia y tolerancia a fracasos producidos por los errores en las pruebas de sus desarrollos, esta habilidad desarrolla capacidades de resiliencia
- Pensamiento algorítmico: (Chen et al., 2017), indican que es la habilidad de realizar procesos desde reglas, principios y estructuras que le permiten realizar paso a paso de manera ordenada instrucciones, evaluando las diferentes opciones y resolver los problemas con éxito
- Creatividad: La solución de los problemas desde todas las aristas o posibilidades existentes en sus imaginarios, lo cual lleva a desarrollar seres humanos innovadores, creativos y motivados; (Álvarez, 2017; Vázquez & Ferrer, 2015), muestran las bondades desde las diferentes interacciones del juego y el trabajo colaborativo con Scratch en apoyo al desarrollo de la creatividad
- Colaborar: El desarrollo de los problemas lleva a generar sinergias de apoyo de manera colaborativa o cooperativa, pues el desarrollo de las soluciones implica diferentes puntos de vista, es por ello por lo que el trabajo en equipo permite intercambiar y compartir ideas para encontrar mejores soluciones.

Tanto los informes de (Unesco, 2015; Zapotecatl, 2014; Wing, 2011) afirman que el pensamiento computacional es una destreza que debe adquirirse en todas las personas, de igual manera que se requieren las habilidades como leer, escribir y la matemática misma; una importante preocupación del mundo tal como lo plantean (Bers et al., 2014) es la motivación desde las etapas escolares a partir de las experiencias de pensamiento computacional, hacia la proyección visionaria de proyectos de vidas enrutados a futuras personas que proyecten sus vidas al desarrollo tecnológico, los autores en mención informan los beneficios que se alcanzan desarrollando metodologías activas y con medios didácticos tangibles mediante el uso de lenguajes de programación bajo un enfoque pedagógico.

- **Resolución de problemas, pensamiento crítico y algoritmos**

Los autores (Aceituno & Cáceres, 2018; Centurión, 2018; Diaz & Diaz, 2018; Estrada et al., 2019; Jáuregui, 2018; Juárez & Aguilar, 2018; Pólya, 1989; Ordoñez et al., 2018; Reyes et al., 2018; Useche, 2018), coinciden en los aspectos de la mediación del desarrollo de aprendizajes a partir de secuencias didácticas o algoritmos, que vinculen emocionalmente a los estudiantes participantes en la solución de las situaciones problemáticas, resaltando la importancia de las alternativas de solución que ofrecen las personas en cada circunstancia planteada, que se defienden desde las capacidades argumentativas de los estudiantes.

- **Trabajo colaborativo, cooperativo y comunicación**

Por otra parte (Castaño, 2018; Morales & Rubio, 2019; Ramírez, 2019; Romero, 2019; Sánchez, 2019), coinciden en la importancia del trabajo colaborativo y cooperativo como uno de los fundamentos para el desarrollo de pensamiento computacional, para validar sus argumentos hacen uso de las aplicaciones como GeoGebra y Scratch, además valoran poblaciones con características especiales en las relaciones de tipo social y las experiencias indican un significativo mejoramiento en los niveles de relación entre los estudiantes, lo cual se logra desde la competencia comunicativa y argumentativa a partir del trabajo en equipo.

- **El juego, la motivación y las plataformas de programación**

Los investigadores (Álvarez et al., 2019; Bermúdez, 2018; Brito et al., 2019; Coronell & Lima, 2020; Erazo, 2018; Martínez & Gualdrón, 2018; Muñoz & Gómez, 2019), establecen momentos de estructuración del pensamiento mediante las operaciones de abstracción que se dan a partir del juego, tal y como Piaget los denomina en su teoría: observación, clasificación, seriación, patrones y ordenamiento; para este efecto los investigadores indagan sobre el apoyo al desarrollo del pensamiento computacional a partir del juego y mediado por artefactos bien sean físicos como por ejemplo: Tangram, cubo de soma, sudokus, rompecabezas, cubo de Rubik, ábacos, triángulos pitagóricos, juego de la oca, ajedrez y algunos juegos digitales; los investigadores referenciados valoran el entrenamiento a partir de la experimentación de prueba y error con objetos concretos.

- **La creatividad**

Los trabajos de (Bordignon & Iglesias, 2020; Bustamante & Balarezo, 2019; Galvis et al., 2019; García & García, 2020; Moreno, 2019; Ramos et al., 2019; Roncoroni et al., 2020; Segura et al., 2019; STEAM, 2019; Valverde et al., 2019), indican que las personas necesitan ser retadas o desafiadas a partir de sus capacidades; cuando se les presenta problemas retadores desafiantes y significativos en sus contextos, las personas desde una adecuada orientación por medio de guías de aprendizaje y acompañamiento por parte de maestros y un adecuado trabajo colaborativo, logran mejorar de manera significativa niveles de creatividad los cuales son progresivos y que se apoyan en el pensamiento matemático.

Importancia del pensamiento matemático como apoyo al pensamiento computacional

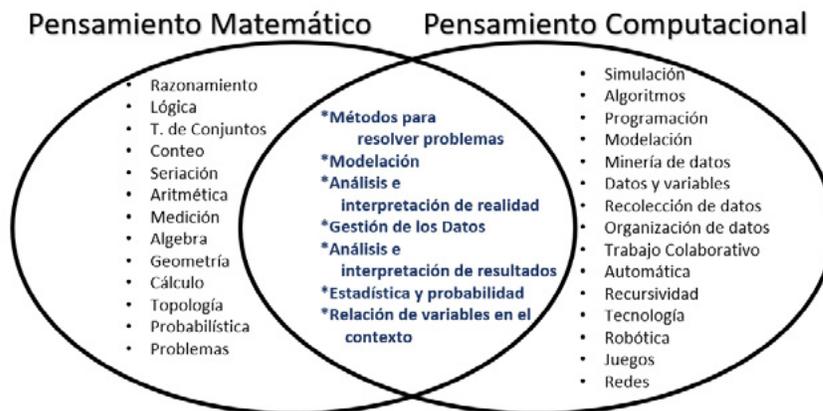
(Denning, 2017), resalta las habilidades de personas altamente creativas e innovadoras como lo indica en la Figura 1, lo cual es una necesidad del mundo, por otra parte (Bruni & Nisdeo, 2017; Martínez, 2018; Wing, 2014; Wólffram, 2018), expresan la urgente necesidad

de educar personas con habilidades en el pensamiento matemático, que, desde la edad escolar, desarrollen habilidades en:

- Conocimiento de principios y reglas algebraicas
- Diestros en los temas de análisis
- Funciones: Lineales, no lineales, exponenciales, logarítmicas
- Principios de incertidumbre, aleatoriedad, probabilidad y estadística
- Geometría.

Figura 1

Pensamiento Matemático y Pensamiento Computacional



Nota: Elaboración propia

(Denning, 2017), resalta que las personas que desarrollan los conocimientos y habilidades en el pensamiento matemático demuestran capacidad para:

- Crear y revisar modelos computacionales
- Simular fenómenos
- Diseñar dispositivos

- Aplicar todo su conocimiento de pensamiento matemático en sus desarrollos
- Demuestran capacidad de innovación y creatividad

Es importante establecer el tipo de relación entre pensamiento matemático y pensamiento computacional, en esta dirección Martínez (2018), en su tesis de “Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático” (p. 66), establece que, entre los dos tipos de pensamiento existe una simbiosis de apoyo mutuo y tanto el pensamiento computacional usa al pensamiento matemático, como el pensamiento matemático utiliza al pensamiento computacional para la solución de problemas complejos, como se indica en la figura 1.

Metodología

Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático

El *objetivo* fue evaluar el nivel de pensamiento matemático a través de una intervención en habilidades computacionales en jóvenes de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia) y comparar las habilidades del pensamiento matemático mediante pruebas pareadas, para identificar si existe alguna mejoría en dicho pensamiento, de esta manera dar respuesta a la pregunta de investigación ¿El desarrollo del pensamiento computacional, si mejora el pensamiento matemático?

Causa y efecto

A partir de las posibles relaciones de causalidad y desde la hipótesis proyectada, se plantean las variables:

- Variables dependientes (efecto): Pensamiento matemático
- Variable independiente (causa): Pensamiento computacional

La Figura 2, Relación de causalidad y efecto de las variables de estudio

Figura 2

Relación de variables de estudio



Nota: Elaboración propia

¿El pensamiento computacional si mejora al pensamiento matemático?

Se propone la hipótesis de “El desarrollo de habilidades en el pensamiento computacional si mejorará considerablemente el pensamiento matemático en jóvenes de la I.E. de Santo Domingo de Chinchiná (Caldas-Colombia)”.

Población y muestra de estudio

La población de estudio de la presente investigación son los estudiantes de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná, quienes en el año 2020 se registraron 2 100 estudiantes y para el año 2021, estuvieron matriculados 2 156 estudiantes; estas personas pertenecen a familias que habitan el Municipio de Chinchiná (Caldas – Colombia).

Para el desarrollo de esta investigación se tomó una muestra de cien estudiantes de grado octavo, los cuales se separaron en dos grupos, uno denominado experimental de treinta estudiantes y otro denominado de control con setenta estudiantes, el ejercicio de experimentación se realizó en dos períodos de tiempo, uno en el año 2020 y otro en el año 2021.

Para la selección de los grupos tanto experimental como de control, se aplicará la técnica de muestreo no probabilístico intencionado como lo propone (Cuesta, 2009), debido a la principal razón de las condiciones impuestas por la coyuntura de emergencia sanitaria

del COVID-19, la cual, desde el mes de marzo de 2020, lleva al sistema educativo colombiano a trabajar de manera distancia “virtual” con mediación de tecnologías digitales.

Instrumentos

Instrumentos para la variable independiente (Pensamiento computacional)

El programa de intervención consiste en el desarrollo de dieciséis experiencias secuenciales, semanales y consecutivas, orientadas por guías de aprendizaje a manera de desafíos, las cuales se fundamentan en la plataforma española: <https://programamos.es>, quienes en apoyo con el Laboratorio de Scratch del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) generan aplicaciones libres para aprendizaje de Scratch (<https://scratch.mit.edu>).

Instrumentos para la variable dependiente (Pensamiento Matemático)

Test de evaluación internacional de coeficiente intelectual (CI) en el pensamiento matemático, basados en (Thurstone, 1967) y actualizados al año 2016 “Test de Inteligencia numérica de Binet-Simón y Wechsler”; estos test o pruebas de habilidades matemáticas, evalúan los cinco tipos de pensamiento matemático: numérico, métrico, espacial, variacional y probabilístico.

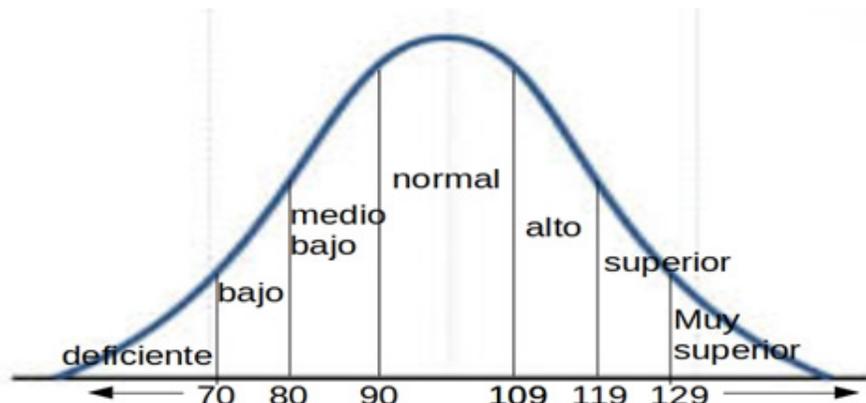
Valides de los instrumentos

Los test de Binet-Simón y Wechsler fueron validados por (Bain & Allin, 2005; Becker, 2003; Kaplan et al., 2005; Meneses et al., 2016; Wechsler et al., 2013), quienes realizaron 1 024 pruebas en diferentes centros hospitalarios y educativos de Europa, Asia y América entre los años 2000 y 2016, aplicando los test en más de 30 000 personas y validando las pruebas con de Pearson, en los resultados obtuvieron en promedio una certeza del 90 %.

Los intervalos y frecuencias de resultados esperados de la escala internacional de inteligencia (CI) de Binet-Simón y Wechsler, es la que permite valorar el coeficiente intelectual (CI) de las personas a nivel internacional (Bain & Allin, 2005), como se muestran en la Figura 3.

Figura 3

Escala de Inteligencia Binet-Simón y Wechsler



Nota: Adaptado de (Kaplan et al., 2005; Wechsler et al., 2013)

Análisis empleado

El análisis empleado en la investigación es de tipo estadístico paramétrico, se fundamenta en los autores (Campbell & Stanley, 1973), este tipo de metodología es conocido como análisis de pruebas pareadas, y para este caso se correlaciono mediante el estadístico paramétricos denominado T de Student y Distribución Normal, mediante *Prueba de Hipótesis de diferencia pareada para grupo de control*, (- : muestras independientes).

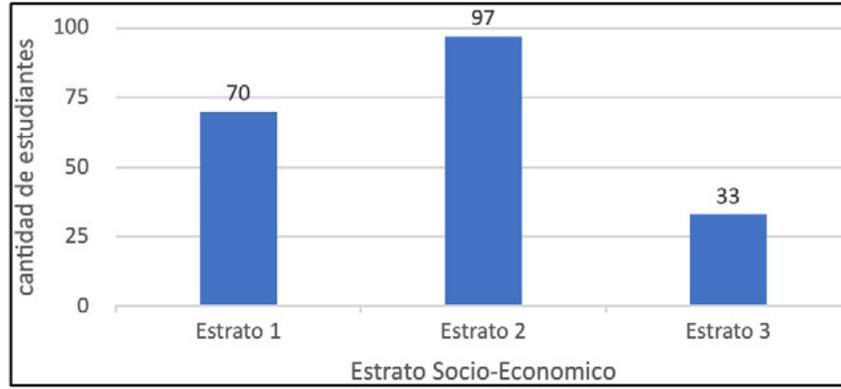
Resultados de la investigación

Presentación de datos sociodemográficos de los participantes

La figura 4 indica la distribución de los estudiantes en los estratos 1, 2 y 3

Figura 4

Estrato socio-económico 2020-2021

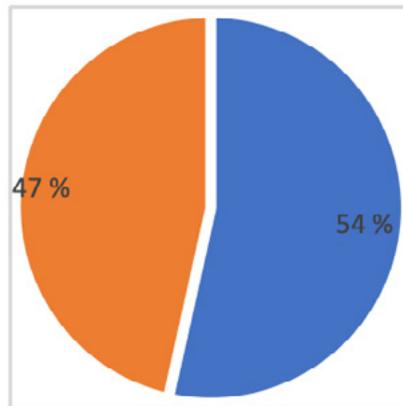


Nota: Elaboración propia

La participación de las mujeres y hombres se observa en Figura 5.

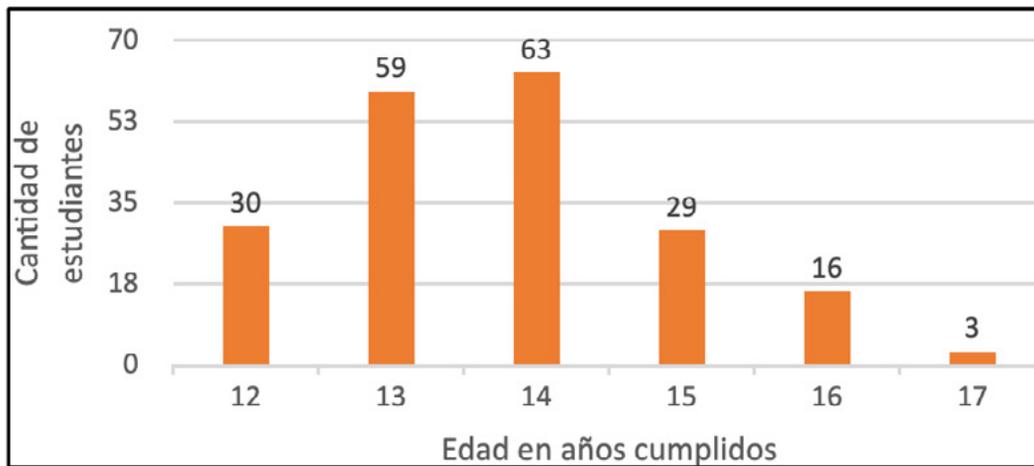
Figura 5

Género de los estudiantes 2020-2021



Nota: Elaboración propia

Las edades de los estudiantes que participaron en el estudio se visualizan en la figura 6.

Figura 6*Edad de los estudiantes 2020-2021**Nota:* Elaboración propia**Comprobación de hipótesis**

Prueba de Hipótesis de Diferencia Pareada para $(\mu_{post-test} - \mu_{pre-test}) = \mu_{diferencias}$:

Muestras dependientes

Tabla 1

Resumen de los datos obtenidos de t de student para cada año en grupos experimentales

Número de estudiantes (n=30)	2020	2021
Grados de libertad (gl)	29	29
Nivel de significancia	0,01	0,01
t de student calculado	6,19	9,86
t de student teórico	2,4	2,4

Nota: Elaboración propia

Prueba t de student para muestras pareadas del grupo experimental del año 2020

- Ho: La media en la diferencia entre Pre-test y Post-test es igual a 0; $\mu_{\text{diferencias}} = 0$.
- Ha: Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{\text{diferencias}} > 0$

Figura 7

Prueba t de student para muestras pareadas del grupo experimental del año 2020

```

Paired t-test

data: pre20 and pos20
t = -6.1903, df = 29, p-value = 9.462e-07
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
99 percent confidence interval:
 -40.32315 -15.47685
sample estimates:
mean of the differences
      -27.9

```

Nota: Tomado de la gestión con Software Estadístico R, (R, 2022)

En la Figura 7, la prueba de t de student de los datos del año 2020, indica que:

$$p\text{-value} = 0.000009462 < 0.01 = \alpha$$

Por tanto, se rechaza Ho y se acepta Ha con un nivel de significancia del 99 %, $=0.01$.

Prueba t de student para muestras pareadas del grupo experimental del año 2021

- Ho: La media en la diferencia entre Pre-test y Post-test es igual a 0; $\mu_{\text{diferencias}} = 0$.
- Ha: Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{\text{diferencias}} > 0$

Figura 8

Prueba t de student para muestras pareadas del grupo experimental del año 2021

```

Paired t-test

data: pre21 and pos21
t = -9.8605, df = 29, p-value = 9.069e-11
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
99 percent confidence interval:
 -34.03573 -19.16427
sample estimates:
mean of the differences
      -26.6

```

Nota: Tomado de la gestión con Software Estadístico R, (R, 2022)

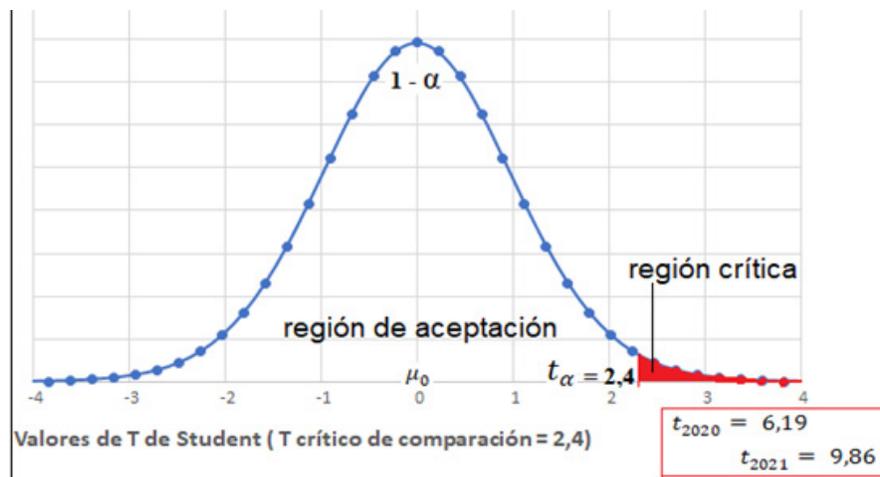
La figura 8, indica que la prueba de t de student de los datos del año 2021, indica que:

$$p\text{-value} = 0.00000000009069 < 0.01 = \alpha$$

Por tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_a con un nivel de significancia del 99%, $\alpha = 0.01$.

Figura 9

Distribución t de Student con 29 grados de libertad y $\alpha = 0,01$ - Grupos Experimentales



Nota: Elaboración propia

A partir de los registros de la figura 9, se puede afirmar que se debe: Rechazar H_0 , debido a que $t_{\text{calculado}} > t_{\alpha}$, por cuanto para año 2020: $t_{2020} = 6,19 > t_{\alpha} = 2,4$, y para año 2021 también: $t_{2021} = 9,86 > t_{\alpha} = 2,4$.

Se rechaza la Hipótesis nula (H_0) y se acepta la Hipótesis alterna (H_a), es decir, que la diferencia en las medias de los test es estadísticamente significativa y, por tanto, se puede concluir que el programa de intervención aplicado a los grupos de estudios de los dos años en mención afectó de manera positiva a la variable de estudio (independiente): pensamiento matemático.

Prueba de hipótesis grupo experimental 2020 y 2021

- Ho: La media en la diferencia entre Pre-test y Post-test es igual a 0; $\mu_{\text{diferencias}} = 0$.
- Ha: Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{\text{diferencias}} > 0$

Tabla 2

Registros estadísticos para prueba de hipótesis

Grupos	Experimental			De control		
	Pre-test	Post-test	Diferencias muestrales	Pre-test	Post-test	Diferencias muestrales
Media	58,70	85,30	26,60	81,20	80,00	-1,20
Desviación	17,68	27,71	14,78	12,10	17,10	6,38
Estadístico para prueba de hipótesis	$Z_{\text{experimental}} = 9,86$			$Z_{\text{de control}} = -1,03$		

Nota: Elaboración propia

Desde la figura 10, se puede decir que la prueba de t de student de los datos de grupos experimentales de los años 2020 y 2021, indica que:

$$p\text{-value} = 0,000000000000002328 < 0,01 = \alpha$$

Por tanto, se rechaza Ho y se acepta Ha con un nivel de significancia del 99%.

Figura 10

Prueba t de student para $Z_{\text{de control}} = -1,03$ muestras pareadas del grupo

```

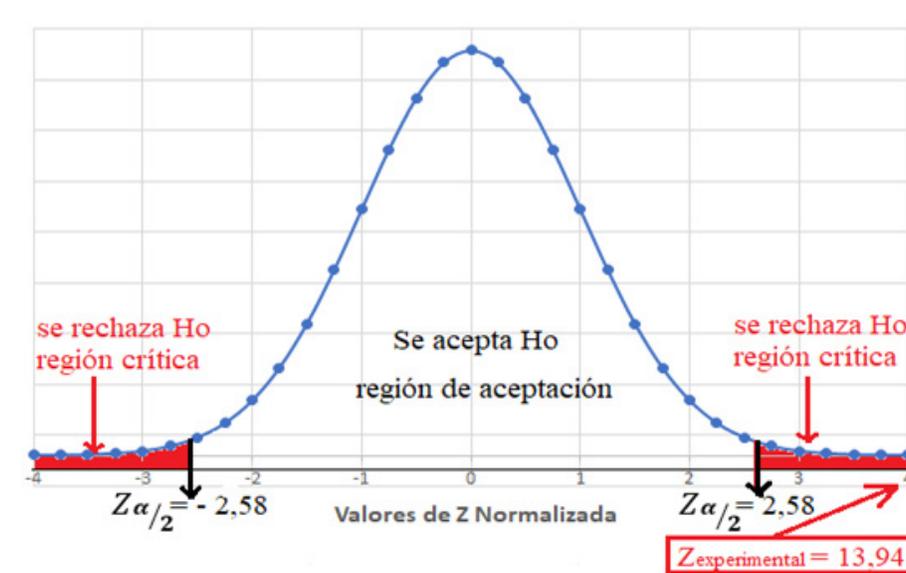
Paired t-test

data: preexptotal and posexptotal
t = -10.459, df = 59, p-value = 2.328e-15
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
99 percent confidence interval:
 -Inf -21.01998
sample estimates:
mean of the differences
 -27.25
    
```

Nota: Tomado de la gestión con Software Estadístico R, (R, 2022)

Figura 11

Distribución normal estándar con $\alpha = 0.01$ de significancia - Grupos experimentales



Nota: Elaboración propia

A partir de la Figura 11, se puede decir que se debe: Rechazar H_0 , debido a que $Z_{\text{experimental}} > Z_{\alpha/2}$, por cuanto: $Z_{\text{experimental}} = 13,94 > Z_{\alpha/2} = 2,58$.

Al rechazar H_0 se acepta la Hipótesis alternativa H_a , la cual establece que las diferencias de las medias son mayores que cero, esto es, hay una mejora significativa en el test aplicado a los participantes después del programa de intervención y por lo tanto nuevamente hemos validado la hipótesis de que “El desarrollo de habilidades en el pensamiento computacional mejorará considerablemente el pensamiento matemático en jóvenes de la I.E. de Santo Domingo de Chinchiná (Caldas-Colombia)”.

Prueba de hipótesis grupo de control 2020 y 2021

- H_0 : La media en la diferencia entre Pre-test y Post-test es igual a 0; $\mu_{\text{diferencias}} = 0$.
- H_a : Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{\text{diferencias}} > 0$

Figura 12

Prueba de Hipótesis para la muestra de control años 2020 y 2021

```

Paired t-test

data: datos$precontrol and datos$poscontrol
t = -0.65752, df = 139, p-value = 0.5119
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -2.461466  1.232894
sample estimates:
mean of the differences
 -0.6142857
    
```

Nota: Tomado de la gestión con Software Estadístico R, (R, 2022)

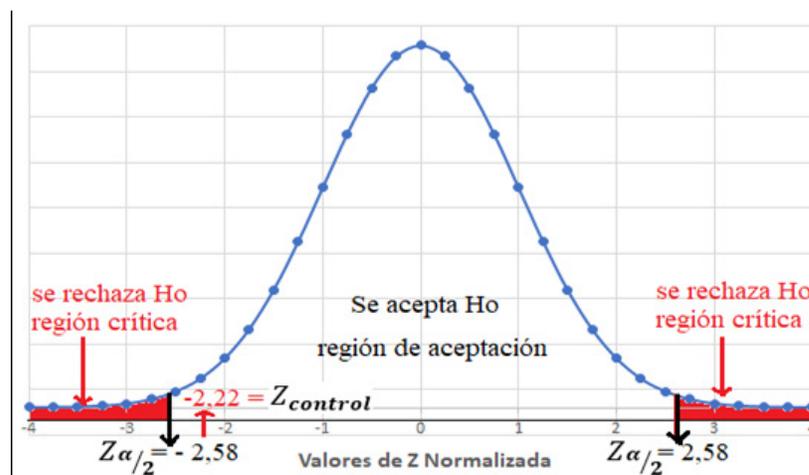
Desde la figura 12, se puede decir que la prueba de hipótesis para los datos del grupo de control de los años 2020 y 2021, indica que:

$$p\text{-value} = 0.5119 > 0.05 = \alpha .$$

Por tanto, No se rechaza H_0 y se acepta H_0 , con un nivel de significancia del 95%.

Figura 13

Distribución normal estándar con $\alpha = 0.05$ de significancia - Grupos de control



Nota: Elaboración propia

La figura 13, indica que debido a que $Z_{\text{calculado}}$ esta dentro del área de aceptación de la hipótesis nula, por cuanto: $2,58 < Z_{\text{control}} = -2,22 < +2,58$. Por ello se concluye que para los grupos de control se Acepta H_0 .

Así pues, se puede afirmar que a los estudiantes de la Institución Educativa Santo Domingo Savio del Municipio de Chinchiná (Departamento de Caldas – Colombia) en los años 2020 y 2021, a los cuales no se le sometió a programa de intervención, no sufrieron ningún cambio significativo en sus resultados de los test de pensamiento matemático.

Comparaciones de resultados

Figura 14

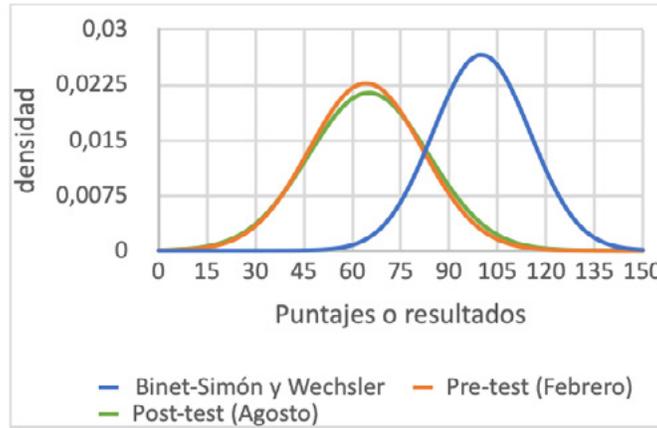
Pensamiento matemático, grupo experimental 2020 y 2021



Nota: Elaboración propia

Figura 15

Pensamiento matemático, grupo de control 2020 y 2021

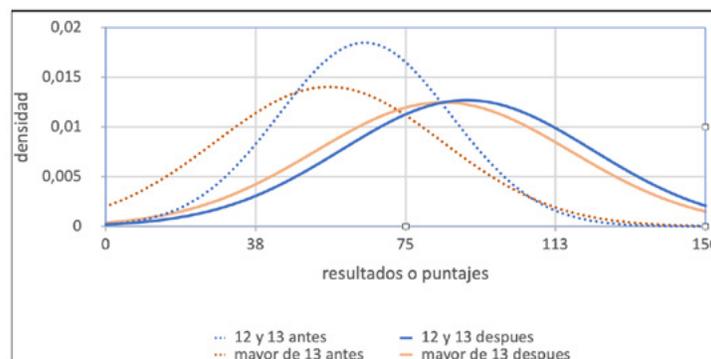


Nota: Elaboración propia

La figura 14 muestra los resultados totalizados del grupo experimental para los años 2020 y 2021, frente a la tendencia de la Prueba Internacional de Binet-Simón y Wechsler. La figura 15 muestra los resultados totalizados del grupo de control los años 2020 y 2021, frente a la tendencia de la Prueba Internacional de Binet-Simón y Wechsler.

Figura 16

Resultados de Pre-test y Post-test por edades 2020 – 2021, mayores y menores de 13 años

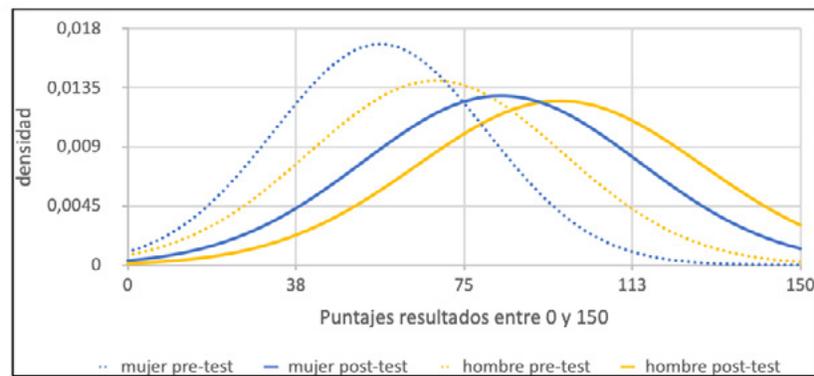


Nota: Elaboración propia

La figura 16, indica los resultados de las pruebas totalizadas para años 2020 y 2021, en pre-test y post-test diferenciados por edades para mayores de 13 años y menores de 13 años.

Figura 17

Resultados de Pensamiento Matemático 2020 – 2021 por Género

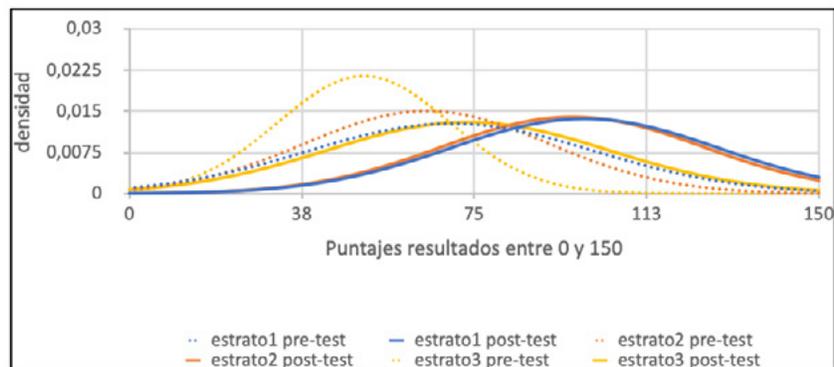


Nota: Elaboración propia

La Figura 17, indica los resultados totalizados por género.

Figura 18

Resultado de Pensamiento Matemático por estratos socioeconómicos



Nota: Elaboración propia

La Figura 18, indica los resultados totalizados por estrato socio-demográfico.

Discusión

Albert Einstein (1983) decía a sus estudiantes la frase: “si busca resultados diferentes no haga siempre lo mismo” (p. 92), idea que pone de reflexión sobre la búsqueda y exploración de otras formas o alternativas de pedagogías para el desarrollo de aprendizajes; en el caso de la presente investigación se resalta que el 30 % de los estudiantes, que fueron sometidos a experimentación, fueron beneficiados por la mediación de herramientas tecnológicas enfocadas en el desarrollo del pensamiento computacional desde la mediación del lenguaje de programación Scratch; los resultados demuestran que estadísticamente este 30 % logra mejorar el desarrollo del pensamiento matemático, mientras que el 70 % de estudiantes que no participaron del programa de intervención, presentan una tendencia de no mejoría significativa; probar esta alternativa de intervención mediada por tecnología posibilitó demostrar que se mejoran los resultados de las habilidades matemáticas en la muestra de estudio y se esperaba además, que exista mejora en los indicadores de desempeño escolar.

La estrategia del “club de programación de computadores”, extra clase y sin valoración en ningún espacio académico, sumado a la coyuntura de la pandemia por COVID-19, llevo a establecer un canal de comunicación directo entre maestro y estudiantes del grupo experimental, este canal de comunicación se logró mediado por las herramientas tecnológicas que posibilitó mucho más acercamiento del maestro hacia los estudiantes, hasta establecer comunicaciones personalizadas que se desarrollaban con el pretexto de realizar los retos semanales, logrando una conexión entre compartir ideas, sentimientos y expresiones inclusive de tipo personal, debido a que el “encierro” en sus hogares, sumado a todo el problema que trae consigo la coyuntura de pandemia por COVID-19, perdida o partida de sus seres queridos, y todas las dificultades que vivían diariamente los estudiantes en sus casas, llevan de una u otra manera a que la conexión con el profesor generara una especie de catarsis, en el cual los participantes sentían acompañamiento más allá de un profesor tradicional, al de un maestro

orientador que facilitaba los procesos de escucha y que además permitió al investigador expresar mensajes de ánimo y aliento en la difícil coyuntura vivida.

Las investigaciones sobre programas de intervención basados en pensamiento computacional, como por ejemplo el trabajo de (Martínez, 2018) *Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático* o *A text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming* de (Moreno et al., 2019), por citar algunas, posibilita y abre inmensas oportunidades de exploración hacia el desarrollo de las habilidades como son las diferentes maneras de resolver problemas y el análisis e interpretación de la realidad a partir de datos concretos, las cuales son herramientas que requieren las personas en las habilidades computacionales y matemáticas para la interpretación de datos, discernimiento de opciones en medio de grandes volúmenes de información, minería de datos, algoritmos en la solución de problemas, entre otros; el desarrollo de habilidades como son: el pensamiento crítico, la descomposición, el reconocimiento de patrones, abstracción y generalización, perseverancia y tolerancia a errores, pensamiento algorítmico, creatividad, trabajo colaborativo y cooperativo; elementos que son fundamentales en las ciudadanías del futuro como lo afirma (Zapotecatl, 2014).

Lastimosamente, proponer un programa de intervención mediado por herramientas computacionales con acceso a internet, supuso que los estudiantes debieran tener en sus hogares un computador con acceso a internet, requisito que excluyó del proceso a algunos estudiantes que no contaban con estos recursos; en un primer momento, al inicio de la investigación *antes de la pandemia*, se planteó el trabajo en el aula de informática del colegio o inclusive en el uso de las aulas de informática de la biblioteca pública de la Alcaldía de Chinchiná, como alternativa de trabajo (lo cual generalmente es limitado a causa de la demanda por uso de toda la comunidad); pero sin lugar a dudas el tema de acceso a la conectividad, es un aspecto fundamental que se debe evaluar y repensar en los procesos de calidad

educativa desde las políticas públicas educativas, además la coyuntura vivida por emergencia sanitaria de pandemia por COVID-19, dejó como reto al sistema educativo la necesidad de conectar y apoyar los procesos de enseñanza – aprendizaje, mediados por tecnologías digitales conectadas a internet con diferentes dispositivos, a expensas de excluir de los procesos educativos a las personas que no tienen acceso a conectividad.

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, desde grupos experimentales y de control por variable de género, estadísticamente los hombres obtienen mejores resultados que las mujeres, evidencias que se observan coincidentes tanto en las pruebas pretest como postest y que por demás se podrían relacionar con la tendencia que plantean (Bers et al., 2014) quienes indican en sus estudios un mayor porcentaje de hombres frente al porcentaje mujeres por la inclinación a estudios de profesiones basadas en ciencias exactas o mismas ingenierías, indicando que el paradigma del gusto por estas profesiones nace en la habilidad o motivación por el pensamiento matemático; obviamente este argumento puede ser un paradigma que se ha convertido por demás en un prejuicio, se ha convertido en un reto para la sociedad, sobre todo hoy que se promulga la igualdad de género por dignidad humana, pero no solo debe ser una promulga social, sino que de fondo trae consigo cambios en las didácticas y formas de hacer vivenciar los procesos de desarrollo del pensamiento matemático desde donde se promueva la igualdad de género.

Vale la pena discutir sobre los resultados por edades, por cuanto el grupo de estudio oscila entre los 12 años y los 17 años, la edad normal de los estudiantes del grado octavo que se estudió debería ser entre 12 y 13 años; en los test realizados se obtuvieron mejores puntajes en los estudiantes de edades entre 12 y 13 (ver figura 16); (Vygotsky, 1934) afirma que el desarrollo del pensamiento de las personas se genera desde la experiencia en relación con el ambiente, pero aclarando que el conocimiento es acumulativo y que por demás en personas mayores se esperaría mejores habilidades frente a personas de menor edad; por otra parte

(Piaget, 1985) afirma que el desarrollo del pensamiento es progresivo en la relación de espacio-tiempo, lo cual permitiría comprender que se esperarían mejores resultados de las personas mayores de 13 años; (Villarini, 2014) resalta que la habilidad del pensamiento matemático tiene relación con la ejercitación misma, la cual depende en gran medida por la condición motivacional y ejercitación de los procesos normales de desarrollo personal; es posible que estudiantes mayores de 13 años pudieran presentar algunas dificultades en sus razonamientos, como resultado de las diferentes motivaciones e historias de vida de estos.

Conclusiones

Todo ejercicio de indagación en las dinámicas de búsqueda de alternativas que beneficien los desarrollos de los procesos de enseñanza-aprendizaje, es válido, como se indica en este ejercicio académico que se realizó entre los años 2020 y 2022, la experiencia de búsqueda de espacios que apoyen el desarrollo del pensamiento matemático de estudiantes de grado octavo de la IE Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas), llevo a desarrollar la experiencia de un club de programación con lenguaje Scratch en el tiempo libre y desescolarizado, esta experiencia permitió además de todas las bondades que ofrece el desarrollo de pensamiento computacional, trabajar gestión de las habilidades socioemocionales con el grupo de estudiantes participantes, resaltar que la experiencia se desarrolló en época de pandemia sanitaria por COVID-19 y postpandemia y los resultados del ejercicio permite afirmar que por una parte es clave la gestión de las habilidades socioemocionales y sobre todo el cariño y pasión que se implique en el desarrollo de cualquier actividad con estudiantes; finalmente comentar que los resultados de la investigación son de alto impacto y válidos para seguir como modelo de aplicación en las diferentes instituciones educativas.

El interés de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia), en mejorar los resultados obtenidos en las pruebas externas de la calidad educativa “Pruebas Saber del ICFES”, y teniendo en cuenta que uno de los principales componentes

que se evalúa es el pensamiento matemático, motiva a generar una alternativa adicional al desarrollo normal clases de matemáticas de grado octavo, de tal manera que esta alternativa da respuesta a procesos de mejora en los resultados de las pruebas externas aquí mencionadas; estas razones orientan este proceso investigativo sobre la correlación entre el pensamiento computacional y el pensamiento matemático; para lograr este objetivo se desarrolló un programa de intervención basado en programación de computadores, mediante la herramienta de programación Scratch y se evaluó el nivel de pensamiento matemático antes y después del proceso de intervención en habilidades computacionales en jóvenes de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia), con el desarrollo de esta investigación se pudo concluir, de acuerdo a la evidencia estadística, que si hubo una mejora significativa en las habilidades matemáticas después de dicha intervención.

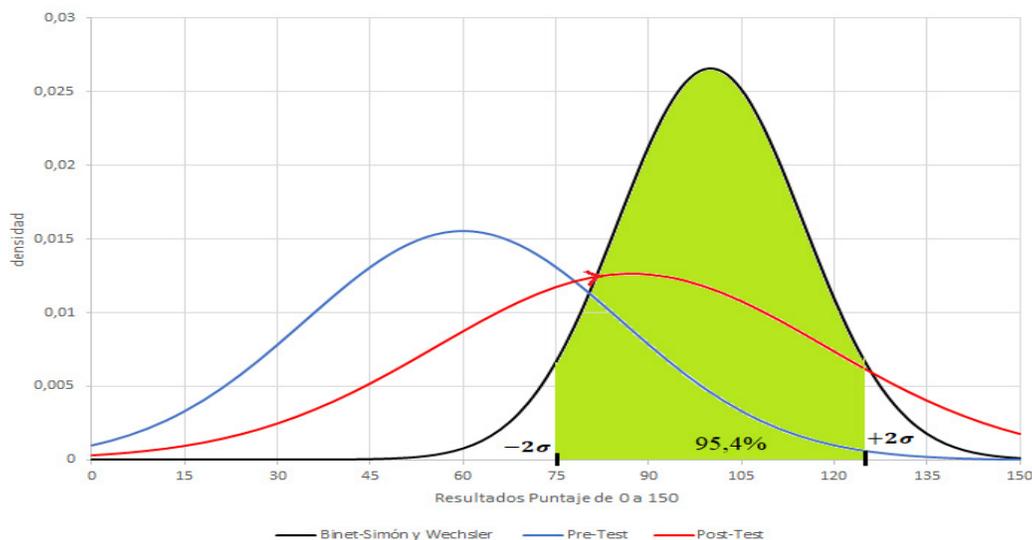
Antes de la coyuntura de emergencia sanitaria por COVID-19, el grupo de estudio, mostraba especial interés en la manipulación de herramientas tecnológicas y plataformas digitales, por este motivo se proyectó un trabajo de indagación a partir de la mediación de herramientas tecnológicas, como un espacio alternativo, extra clase y sin afectación en sus calificaciones que modifiquen su evaluación escolar, para probar alternativas en mejora de procesos de desarrollo de aprendizaje en el grupo de estudio, desde la participación libre y voluntaria, con autorización de los representantes legales de los estudiantes, para desarrollar el programa de intervención, denominado: “club de programación de computadores”; una vez finalizado el proceso de investigación se puede afirmar que el presente trabajo se convierte en una evidencia, desde la usabilidad de tecnologías orientadas al desarrollo del pensamiento computacional y puntualmente la potencialidad de las conectividades de tipo digital en mejora y apoyo de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Cuantificar los resultados de pensamiento matemático del grupo de estudio, permitió indagar sobre los test de inteligencia o de coeficiente intelectual, desde la valoración del pens-

amiento numérico, pensamiento espacial, pensamiento métrico, pensamiento probabilístico y pensamiento variacional, para esto se tomaron como referentes los test internacionales de Binet-Simón y Wechsler, a partir de estos test se formuló tanto el pre-test como el post-test y los resultados obtenidos permitieron contrastar los niveles de pensamiento matemático del grupo de estudiantes de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia), con los resultados internacionales estandarizados de Binet-Simón y Wechsler, mostrando que después de la aplicación del programa de intervención, los resultados del grupo experimental se acercaban más a las medias en la escala de las pruebas internacionales de Binet-Simón y Wechsler, como se indica en la Figura 19, en la región sombreada de color verde, la cual representa el 95,4 % del total de las medias internacionales.

Figura 19

Resultados de la intervención, comparado con el intervalo del 95,4% de medias internacionales, de dos desviaciones estándar



Nota: Elaboración propia

El presente trabajo se proyectó como una investigación de corte cuantitativo, se trabajó con dos grupos de estudiantes bien diferenciados unos que vivenciaron el programa de intervención, grupo experimental y que representan el 30 % de la muestra de estudio y otro que no vivencio la fase experimental, pero que sí se sometió a evaluación de desarrollo de pensamiento computacional el cual lo denominamos grupo de control y que es el 70 % de la muestra de estudio, el diseño metodológico propone comparaciones y validaciones de la Hipótesis planteada en el estudio y de esta manera se pudo evaluar y confrontar las variables de estudio, y tal como lo indican los resultados presentados afirmar que, la mediación de tecnologías desde el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, por medio de los espacios extra clases, apoyan mejorando estadística y significativamente el desarrollo del pensamiento matemático.

A partir de la teoría de Denning (2017), que afirma que existe una relación estrecha entre el desarrollo del pensamiento computacional, fundamentado en el pensamiento matemático, debido a que el pensamiento computacional necesita de habilidades del pensamiento matemático, para que este se pueda desarrollar de manera eficiente, también se puede citar a Martínez (2018), que en su tesis de *Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático*, establece que entre los dos tipos de pensamiento existe una simbiosis de apoyo mutuo y tanto el pensamiento computacional usa al pensamiento matemático, como el pensamiento matemático utiliza al pensamiento computacional para la solución de problemas complejos como se visualiza en la Figura 37; en la presente investigación, se evidencia que los resultados obtenidos en el grupo de estudiantes de tipo experimental en los diferentes tipos de pensamiento matemático, mejoran de manera considerable.

Por estas razones podemos afirmar que, la experiencia de desarrollo de pensamiento computacional permiten mejorar las formas y heurísticas para resolver problemas, modelación, análisis e interpretación de realidad, gestión de datos y relación de variables, de-

talles que permiten evidenciar que para los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas-Colombia) en los años 2020 y 2021, el pensamiento computacional aporta mejora significativa en el desarrollo del pensamiento matemático, idea en el otro sentido propuesta por Denning (2017) y que apoya la afirmación de Martínez (2018), como se indica en la Figura 20.

Figura 20

Relación entre Pensamiento Matemático y Pensamiento Computacional, según Denning (2017)



Nota: Elaboración propia

Referencias bibliográficas

- Adell, J., Llopis, M., Esteve, F., & Valdeolivas, M. (2019), El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 22(1)171-186.
- Alsina, A. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *UNION Revista Iberoamericana de Educación Matemática* 16(58)168-190.
- Alvarez, J., Taxa, F., Flores, R. & Olaya, S. (2019). Proyectos educativos de gamificación por videojuegos: desarrollo del pensamiento numérico y razonamiento escolar en contextos vulnerables. *EDMETIC* 9(1) 80-103.
- Arismendi, C., y Díaz, E. (2008). *Promoción del Pensamiento Lógico Matemático y su incidencia en el Desarrollo integral de niños entre 3 y 6 años de edad*. [Tesis de pregrado, Universidad de Carabobo]. Archivo digital. http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/4/TDE-2011-04-27T01:15:01Z-1397/Publico/arismendiclaridelmis_diazemily.pdf
- Bain, S. y Allin, J. (2005). Book review: Stanford–Binet intelligence scales, fifth edition. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 23(1) 87–95.
- Babbie, E. (2014). *Fundamentos de la investigación social*. Tompson Editores.
- Becker, K. (2003). *History of the Stanford–Binet intelligence scales: Content and psychometrics*. Riverside Publishing.
- Bermúdez S. (2018). *Propuesta de estrategias metodológicas para el desarrollo de pensamiento lógico matemático en la resolución de problemas tipo saber del componente geométrico*

– métrico en la competencia de razonamiento con los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Anchique Sede Pueblo Nuevo del Municipio de Natagaima – Tolima. [Tesis de maestría, Universidad de Tolima]. Archivo digital. <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f5ebee1-7270-4cdb-a3d2-7f9345094009/content>.

- Bertalanffy, V. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- Bers, M., Flannery, L. Kazakoff, E. y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & education*, 72(1) 145-157.
- Engelhardt, K., Punie, Y., Chiocciariello, A., Ferrari, A., Dettori G., Kampylis, P., y Bocconi, S. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice*. European commission.
- Bordignon, F. y Iglesias A. (2020). *Introducción al pensamiento computacional*. Editorial Universitaria EDUCAR.
- Brito, M., López J. & Parra, H. (2019). Planeación didáctica en Educación, Investigación – Acción en las escuelas primarias de Ciudad de México. *Revista Internacional de Investigación en Educación* 11(23) 55-74.
- Bruni, F. & Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children's imagery: A preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media* 9(1) 37-44.
- Bustamante, R. & Balarezo, S. (2019, del 23 al 25 de octubre). Experiencias de Serious Gaming para la enseñanza superior, los casos de uso de la plataforma adventures wildgoose

[Congreso] *XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes*, Lima, Perú.

Caballero, F. & Espíndola, J. (2016), El rechazo al aprendizaje de las matemáticas a causa de la violencia en el bachillerato tecnológico, *Revista RA Ximhai* 12 (3) 143-161.

Cantoral, R., Farfán, R., Cordero, F., Alanís, J. (2005). *Desarrollo del pensamiento matemático*. Trillas.

Cantoral, R., Molina, J. & Sánchez, M. (2005). Socioepistemología de la Predicción. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 18(2) 463-468.

Campbell, D. & Stanley, J. (1973). *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. Amorrortu Editores.

Castaño L. (2018). *Proyecto de aula para el fortalecimiento en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático* [Tesis de maestría - Universidad de Medellín].

Centurión, J. (2018), Aprendizaje basado en problemas para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de electrónica del IESTP “República Federal de Alemania”, [Tesis de maestría - Universidad Cesar Vallejo].

Chapman O. (2011). *Supporting the development of mathematical thinking*. En B. Ubuz (Ed.).

Proceedings of the 35th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, 1, 69-75. Ankara.

Chen, G., Shen, J., Barth, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elemen-

- tary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education* 109(17) 162-175.
- Coronell, E. & Lima, G. (2020), El Pensamiento Computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia* 11(20) 115-137.
- Cuesta, M. (2009). *Introducción al muestreo*. Editorial Universidad de Oviedo.
- Denning, P. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM* 60(6), 33-39.
- Diaz, J. & Diaz, R. (2018), Los Métodos de Resolución de problemas y el Desarrollo del Pensamiento Matemático. *Revista Bolema Rioclaro* 32(60) 47-65.
- Dorling, M., Selby, C. & Woollard, J. (2015). Evidence of Assessing Computational Thinking. *IFIP TC3 Working a conference: a New Culture of Learning: Computing and Next Generations. Vilnius, Lithuania* 1(3)11-25.
- Erazo, N. (2018). *Empleo de los bloques lógicos como estrategia para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños y niñas de 5 años de la I.E. Jardín Infantil N° 123, Centenario – independencia, 2017*. [Tesis de pregrado - Universidad Católica los Ángeles de Chimbote].
- Estrada, M., Pizarro, N. & Salcedo, E. (2019). *Método Singapur para el desarrollo del pensamiento matemático en la básica primaria* [Tesis de pregrado - Universidad de la Costa].
- Galvis, W., Abasolo, M. & Ciji, B. (2019), Experiencias educativas con realidad aumentada por estudiantes universitarios, Universidad Técnica de Ambato y Universidad nacio-

- nal de la Plata [Congreso] *XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes*. Lima, Perú.
- Gamboa, R. & Ballesteros, E. (2009). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica Educare* 14 (2) 125-142.
- García, R. & García, C. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Revista de Ciencias de la Educación* 6(3) 163-180.
- Gómez, A. (2014). Historia Social de la Educación Matemática en Iberoamérica: cincuenta años de reforma en el currículo colombiano de Matemática en los niveles básico y medio de educación. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática* 38 155-176.
- Gonzales, W. (2007). *Las Ciencias de diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*. Netbiblio.
- González, Y. & Muñoz, A. (2017). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. *International Symposium on Computers in Education (SIIE)* 1-5.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- ICFES. (2018). *Resultados Nacionales, pruebas saber 3,5,9, años 2012 – 2017*.
- Jáuregui, J. & Alba, B. (2018). *Desarrollo del pensamiento computacional mediante Scratch utilizando una herramienta e-Learning*. [Tesis de pregrado - Universidad de Pamplona].

Juárez, M. & Aguilar, M. (2018). El método Singapur, propuesta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. *Números, Revista Didáctica de las matemáticas* 98(1) 75-86.

Kamphaus, R., Winsor, A., Rowe, E., & Kim, S. (2005). A history of intelligence test interpretation. In D.P. Flanagan and P.L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (2nd Ed.) (pp. 23–38).

Kaplan, R. & Saccuzzo, D. (2005). *Psychological testing: Principles, applications, and issues*. Thomson Wadsworth.

Lubin, P., Macià, A. & Rubio, P. (2005). *Psicología matemática I y II*. UNED.

Martínez, J. (2019, del 19 mayo) Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático [congreso]. *Comunicación presentada de Comunicaciones de innovación*, Bogotá, Colombia.

Martínez, L. & Guadrón, E. (2018). Fortalecimiento del pensamiento variacional a través de una intervención mediada con TIC en estudiantes de grado noveno. *Revista Investigación, Desarrollo e Innovación* 9(1) 91-102.

Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (1982). *Thinking Mathematically*. Addison Wesley.

Mason, J., Stephens, M. & Watson, A. (2009). Appreciating Mathematical Structure for All. *Mathematics Education Research Journal* 21(2), 10-32.

Meneses, J., Barrios, M., Bonillo, A., Cosculluela, A., Lozano, L., Turbany, J. & Valero, J. (2016). *Manual de Psicometría (2a. ed.)*. Universitat Oberta de Catalunya.

Mendenhall, W., Beaver, R. & Beaver, B. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*.

(10_ Ed). Universidad de Florida y Universidad de California,

Montgomery, D. (2010). *Diseño y Análisis de Experimentos, Segunda Edición*. Editorial Limusa.

Morales, G. & Rubio, N. (2019). La Argumentación matemática fomentada en estudiantes del nivel medio superior mediante el uso del software de Geometría Dinámica. [congreso] *XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones*, Lima, Perú.

Moreno, L., Robles, G., González, M. & Rodríguez, J. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* 7, 26- 35.

Moreno, N. (2019). *Educación STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de los seres críticos*. Fondo editorial universitario Servando de la Universidad Politécnica territorial de Falcón Alonso Gamero, Compensar Unipanamericana Fundación Universitaria.

Nieves, M. & Torres, Z. (2013). *Incidencia del desarrollo del pensamiento lógico matemático en la capacidad de resolver problemas matemáticos; en los niños y niñas del sexto año de educación básica en la escuela mixta Federico Malo de la ciudad de cuenca durante el año lectivo 2012-2013*. [Tesis pregrado - Universidad Politécnica Salesiana].

OCDE. (2019). Resultados pruebas PISA 2018-2019.

OCDE. (2020). Ranking de medias de Pensamiento Matemático, relación de los mejores 12 países del mundo contra algunos países latinoamericanos.

- Ordoñez, E., Mero, E., Murillo, R., & Vásquez, P. (2018). *Incidencia del desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico en la resolución de problemas en las ciencias exactas*. Grupo Compás equipo editorial.
- Paltán, G. & Quilli, K. (2011). *Estrategias metodológicas para desarrollar el razonamiento lógico-matemático en los niños y niñas del cuarto año de educación básica de la escuela Martín Welte del cantón Cuenca, en el año lectivo 2010-2011*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca].
- Papert, S. (2002 del 17 de julio). Subirse al Árbol no es la Forma Correcta de Llegar a la Luna [Foro] *Segundo Foro Internacional de la Cultura Digital "Brecha Digital"*. Estados Unidos.
- Parra, O. (2016). Actividades didácticas que potencian la enseñanza de las matemáticas en la orientación del aprendizaje de la resolución de los triángulos en grado decimo, [Tesis maestría - Universidad del Tolima].
- Pedral, N. (2006). Estadios según Piaget. Página de Psicología general, del desarrollo y del aprendizaje.
- Pérez, M. (2017). El pensamiento computacional para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas. *Cuadernos de desarrollos aplicados a las TIC*, 6(1) 38-63.
- Piaget, J. (1952). *The Child's Conception of Number*. Psychology press.
- Piaget, J. (1985). *La representación del mundo en el niño*. Editorial Morata.
- Piaget, J. & García, R. (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. México, España, Argentina, Colombia. Siglo XXI editores.
- Piaget J. (1991). *Seis Estudios de Psicología, Estructuras Cognoscitivas, Primera edición en Colección Labor, Nueva serie, 2*. Editorial Labor S.A.
- PISA. (2018). *Informe PISA 2018, Informe de resultados para Colombia 2018*.

- Polya, G. (1945). *How to Solve It*. Garden City. Doubleday.
- Poyla, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.
- Radford, L. (2006). Algebraic Thinking and the Generalization of Patterns: A Semiotic Perspective. En S. Alatorre et al. (eds.), *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, North America Chapter*, pp. 2-21. Mérida: Universidad Pedagógica Nacional.
- Radford, L. (2012). On the Development of Early Algebraic Thinking. PNA. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 6(4) 117-133
- Ramírez, Y. (2019). *Estrategia didáctica basa en TIC para enseñar programación: Una alternativa para el desarrollo del Pensamiento Lógico*. [Tesis maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].
- Ramos, V., Hidalgo, B. & Fernández, E. (2019). Desarrollo de la creatividad en niños de sexto de educación básica mediante el uso del pensamiento computacional, [congreso]. *XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes*. Lima, Perú.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy, A., Rusk, N., Eastmond, E., & Brennan, K., (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Reyes, P., Aceituno, D. & Cáceres, P. (2018). Estilos de pensamiento matemático de estudiantes con talento académico. *Revista de Psicología* 36(1) 49-73.
- Rincón, R. & Ávila, D. (2016). Una aproximación desde la lógica de la educación al pensamiento computacional. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (21) 161-176.
- Romero A. (2019). Implementación del aula digital Anaya y GeoGebra en Educación secundaria a través de un proyecto cooperativo, [congreso] *XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes*. Lima – Perú.

- Roncoroni, U., Lavín, E. & Bailón, J. (2020). Pensamiento computacional. Alfabetización digital sin computadoras, *Icono 14*, 18 (2), 379-405.
- Salazar, J., Guaypatín, O. & Flores, G. (2017). Psicología Social de las Matemáticas. *Revista redipe* 6(4) 226-234.
- Sánchez, S. & Sánchez, C. (2018). Desarrollo del pensamiento crítico y computacional en la formación de ingenieros en TIC y Licenciados en Informática y Tecnología [congreso] *V congreso Internacional y XIII Encuentro Nacional de Tecnología e Informática*.
- Segura, J., Llopos, M., Mon, F. & García, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1) 171-186.
- Shute, J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Spearman, C. (1904). General intelligence, Objectively Determined And Measured American. *Journal of Psychology* 15 201-293.
- Stenhouse, L. (1975). An Introduction to Curriculum Research and Development, *British Journal of Educational Studies*, 4(9) 540-548.
- Thurstone, L. (1967). *La medición de la inteligencia, la aptitud y el interés*. Paidós.
- Useche, P. (2018). *Fortalecimiento del Pensamiento Numérico y la resolución de Problemas de Postprimaria*. [Tesis maestría – Universidad Externado de Colombia].
- Valdés, V. (2014). Epistemología Genética de Jean William Fritz Piaget, *Revista de Educación* [Tesis doctoral - Universidad Marista de Guadalajara].
- Valverde, J., Fernández, M. & Garrindo, M. (2019). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia* 46(3) 2-18.
- Villa, O. (2010). Razonamiento covariacional en el estudio de funciones cuadráticas. *Revista pedagógica* 31(1) 9-25.

- Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Editorial pueblo y educación.
- Wagner, G., Vásquez, A., Hoyos, E., & Gutiérrez, H. (2014). El álgebra geométrica como mediadora en la enseñanza de la factorización y los productos notables, Programa de matemáticas. *Revista de investigaciones Universidad del Quindío*, 26(1)139-144.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3) 33-35. Departamento de Físico y Matemáticas, Universidad de Cambridge, EEUU
- Woyno, W. & Oñolo, R. (2012). Test de habilidades mentales primarias. Zapata, M. (2015). Pensamiento computacional, una alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46(4) 2-47.
- Zapotecatl, J. (2014). *Pensamiento Computacional*. Academia Mexicana de Computación (AmexCom).