



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

Julio Alexander Argotí Álvarez

Secretaría de Educación Departamental de Caldas

<https://orcid.org/0009-0001-5597-4334>

Recepción: 19 de julio de 2023 | Aceptación: 24 de noviembre de 2023 | Publicación: 28 de febrero de 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.18175/VyS15.1.2024.5>

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 estratos socioeconómicos 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 Jeannette Marie Wing; para el proceso se consideró como la variable de estudio independiente, y se referenció la Teoría del Desarrollo Cognitivo de Jean William Fritz Piaget, específicamente sobre el pensamiento matemático, la cual en el estudio es la variable dependiente. La investigación desarrollada es de tipo cuasiexperimental, 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”; antes y después del programa de intervención se aplicaron pruebas pretest y posttest, 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,

* El artículo son los resultados de la investigación y tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Educación de la Universidad Cuauhtémoc de Aguascalientes (México). No contó con financiación y no existe ningún conflicto de intereses por revelar. La correspondencia relativa a este artículo debe ser dirigida a Julio Alexander Argotí Álvarez (alexander.argoti@gmail.com).

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, lenguaje Scratch, habilidades matemáticas, desarrollo del pensamiento matemático.

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

ABSTRACT

The present research evaluated the improvement of mathematical thinking, from a computational skills intervention in eighth grade adolescent students of the Santo Domingo Savio Educational Institution of Chinchiná (Caldas-Colombia), of socio-economic stratum 1, 2 and 3, with ages between 12 and 17 years old. The work was prepared in the years 2020 and 2021, it was conceptually based on Computational Thinking proposed by Jeannette Marie Wing, for the process it was considered as the independent study variable and the Theory of Cognitive Development of Jean William Fritz Piaget was referenced, specifically on mathematical thinking, which in the study is the dependent variable. The research developed is of a quasi-experimental type, with an intentional non-probabilistic sampling, we worked with experimental groups, one group for each year, to whom the “intervention program” was applied for four months; Before and after the intervention program, pretest and posttest tests were applied, using international tests called the “Binet-Simón and Wechsler mathematical intelligence test,” for the purposes of comparing evidence. Finally, through hypothesis tests, using the normal and Student’s t distributions, it is concluded that computational thinking (independent variable) has a statistically significant effect on the improvement of mathematical thinking (dependent variable).

KEYWORDS

Mathematical Thinking, Computational Thinking, Scratch Language, Mathematical Skills, Development of Mathematical Thinking.

O pensamento computacional, como suporte ao pensamento matemático, na Instituição Educacional Santo Domingo Sávio de Chinchiná (Caldas – Colômbia)

RESUMO

A presente pesquisa avaliou a melhoria do pensamento matemático, a partir de uma intervenção em habilidades computacionais em adolescentes da oitava série da Instituição Educacional Santo Domingo Sávio de Chinchiná (Caldas-Colômbia), do estrato socioeconômico 1, 2 e 3, com idades entre 12 anos. e 17

anos. O trabalho foi elaborado nos anos de 2020 e 2021, foi baseado conceitualmente no Pensamento Computacional proposto por Jeannette Marie Wing, para o processo foi considerado como a variável independente do estudo e foi referenciada a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Jean William Fritz Piaget, especificamente no pensamento matemático, que no estudo é a variável dependente. A investigação desenvolvida é de tipo quase-experimental, com amostragem não probabilística intencional, trabalhámos com grupos experimentais, um grupo por cada ano, aos quais foi aplicado o “programa de intervenção” durante quatro meses; antes e depois do programa de intervenção foram aplicados testes de pré e pós-teste, utilizando testes internacionais denominados “teste de inteligência matemática Binet-Simón e Wechsler”, para fins de comparação de evidências. Por fim, por meio de testes de hipóteses, utilizando as distribuições normal e t de Student, conclui-se que o pensamento computacional (variável independente) tem efeito estatisticamente significativo na melhoria do pensamento matemático (variável dependente).

PALAVRAS-CHAVE

Pensamento Matemático, Pensamento Computacional, Linguagem Scratch, Habilidades Matemáticas, Desenvolvimento do Pensamento Matemático.

INTRODUCCIÓN

La Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia) proyecta de manera permanente desafíos encaminados al mejoramiento en los resultados de pruebas externas al colegio; se resalta que uno de los principales componentes que se evalúa es el pensamiento matemático, expresado en los resultados que la institución evidencia con puntajes por debajo de la media según ICFES (2018) y OCDE (2019); además, la institución tiene interés en alternativas en procesos de aprendizaje, con 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 ha 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 en los que 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 tecnológico”, o Salazar *et al.* (2017), en su indagación latinoamericana sobre la “Psicología social de las matemáticas”, 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 posibilidades 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 (1952) en su teoría sobre los procesos de los conceptos numéricos a partir de ejercicios 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; estas razones motivaron el *objetivo de estudio de la investigación*, el cual 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, y, de esta manera, dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿El desarrollo de habilidades en el pensamiento computacional Sí mejorará considerablemente el desarrollo del pensamiento matemático?

La población de estudio pertenece a estudiantes del sector público de grados octavos de Básica Secundaria del municipio territorial de Chinchiná, en el departamento de Caldas (Colombia), siendo jóvenes en edades comprendidas entre los 12 y 17 años, de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, de zona urbana; se resalta que el problema de investigación nace por tres detalles: uno, por la necesidad de buscar alternativas que posibiliten mejorar los resultados de las pruebas externas, como son las pruebas Saber Icfes, en el componente de Matemáticas, las cuales en los últimos cinco (5) años siempre están debajo de la media nacional y departamental; dos, por los resultados de mortalidad académica institucional, que se relaciona con la falta de motivación y el bajo rendimiento escolar en el área de matemáticas, que se evidencia en Actas de Consejo Académico de los años 2017, 2018 y 2019, donde se indican niveles de mortalidad en el área de matemáticas, que generalmente son superiores al 40%, que llevan anualmente a procesos especiales de recuperación escolar, que supone a fin de año trabajo adicional tanto para estudiantes como para maestros; y como tercer detalle motivante de la investigación, el gusto o interés de los estudiantes por la usabilidad de herramientas tecnológicas; de esta manera, surge esta alternativa de investigación o experiencia de desarrollo pedagógico como apoyo académico, pero sin ser escolarizada, por cuanto se desarrolló en espacios de tiempo libre y fuera de los lineamientos académicos.

La alternativa que se propone desarrollar a manera de programa de intervención es la implementación de un Club de programación con lenguaje Scratch; Scratch es un entorno de

programación de computadores desarrollado por un grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT); este lenguaje de programación aprovecha los avances en el diseño de interfaces para hacer que la programación sea atractiva y accesible para toda aquella persona que quiera aprender a programar; con Scratch se pueden crear historias interactivas, juegos, animaciones, música y producciones artísticas, de manera muy intuitiva, y es una herramienta que posibilita aplicar todos los elementos del pensamiento computacional.

Se realizó una investigación de tipo cuasiexperimental, con un muestreo de tipo No probabilístico intencionado, a partir de grupos de 100 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 extraclases, en sesiones semanales de cuatro (4) horas, en un periodo de cuatro (4) 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 en el programa de intervención, pero sí 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-Simon y Wechsler”; estos test se aplicaron antes del proceso de intervención y luego del 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 Sí 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), Piaget y García (1982), fundamentan 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 Hiele (1957) fundamenta la relación de la matemática desde el pensamiento espacial. Mason, Burton & Stacey (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 tomó 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 Jean 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. Alsina (2020) argumenta que el desarrollo del pensamiento matemático, junto con el trabajo y aporte social de los seres humanos, han 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 el desarrollo de un sistema de conceptos común para el perfeccionamiento de la humanidad.

Castañón (2017) afirma que el desarrollo del pensamiento matemático debe consolidar nociones o conceptos distintos que permiten un diálogo común entre las comunidades y personas, tales como 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 desarrolla 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 lleva al individuo a hacer representaciones y abstracciones que se podrían denominar mentefactos, como lo plantean Gamboa y Ballester (2009); estos mentefactos son similares a los artefactos, pero existen en la mente como imaginarios a partir de las figuras y los conceptos sobre lo que percibe el ser humano; 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”; 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, las cuales facilitan el desarrollo del estilo propio de razonamiento y pensamiento que se denomina pensamiento variacional; Cantoral, Farfán, Cordero, Alanís, Rodríguez & Garza (2005) y 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”; 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.

Mason, Stephens & Watson (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 se puede inferir que el desarrollo del pensamiento algebraico es la habilidad de las personas para realizar representaciones por medio de símbolos a partir de sus ideas y pensamiento, aportando de esta manera a mejorar procesos de raciocinio del ser humano.

De acuerdo con Cantoral, Molina y Sánchez (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.

Mendenhall, Beaver & Beaver (2010) valoran 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 exigen 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 llevan 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”; 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 (2014), basado en la teoría de Piaget, pone 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 para el 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 al mencionar 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 fisicomatemáticos o su capacidad de almacenamiento de conceptos en su memoria; para Piaget (1952), “los ejercicios abstractos llevan a hacer un análisis del contexto que se plantea en el problema”, 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, tal como lo afirman 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), así como 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 Bertalanffy (1976) denominado *Teoría General de Sistemas*, 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 la investigación de Wing (2017) y Moreno *et al.* (2019) se plantean las siguientes habilidades, que se proponen desarrollar en el desempeño del pensamiento computacional: pensamiento crítico, descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y generalización, perseverancia y tolerancia a los errores, pensamiento algorítmico, creatividad y trabajo colaborativo; por demás, algunos autores fundamentan estas habilidades de la siguiente manera:

El pensamiento crítico, para Bruni & Nisdeo (2017) y Denning (2017), desarrolla la capacidad de organizar datos e información de manera lógica, sistemática, poder analizarlos y predecir sus posibles comportamientos en el problema de estudio.

Para Bruni & Nisdeo (2017) y Denning (2017), la descomposición permite dividir los problemas en partes más pequeñas, y desde cada parte o componente dividido, facilitar la solución de cada una de estas para ir escalando a la solución final.

El reconocimiento de patrones, según González y Muñoz (2017), posibilita formular el reconocimiento de tendencias del comportamiento de diferentes situaciones, que presentan características comunes y similares, las cuales permiten caracterizar patrones o condiciones idénticas a otras.

La abstracción y la generalización, para Valverde, Fernández y Garrido (2019), 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 incluso desarrollar simulación de este de manera holística.

La perseverancia y la 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.

El pensamiento algorítmico: para Chen *et al.* (2017), 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.

La creatividad: posibilita 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, como lo fundamentan Álvarez *et al.* (2019), quienes además afirman que el desarrollo de la creatividad propone diferentes interacciones del juego y el trabajo colaborativo con Scratch, en apoyo al desarrollo de la creatividad.

El trabajo colaborativo: según Álvarez *et al.* (2019), permite el desarrollo de los problemas, desde generar sinergias de apoyo de manera colaborativa o cooperativa, pues el desarrollo de las soluciones implica diferentes puntos de vista; es por ello que el trabajo en equipo permite intercambiar y compartir ideas para encontrar mejores soluciones.

Zapotecatl (2014) y Wing (2011) afirman que el pensamiento computacional es una destreza que debe adquirirse en todas las personas; de igual manera, que se requieren habilidades como leer, escribir, y la matemática misma; una importante preocupación del mundo, tal como lo plantean Bers *et al.* (2014) y Bocconi *et al.* (2016), 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 de 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

Reyes, Aceituno & Cáceres (2018), Centurión (2018), Díaz & Díaz (2018), Estrada, Pizarro & Salcedo (2019), Jáuregui (2018), Juárez & Aguilar (2018), Pólya (1989), Ordóñez *et al.* (2018) y 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) y Jáuregui & Alba (2018) 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 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, López & Parra (2019), Coronell & Lima (2020), Erazo (2018), Martínez & Guadrón (2018) y 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; con esta finalidad, los investigadores indagan sobre el apoyo al desarrollo del pensamiento computacional a partir del juego, y mediado por artefactos, bien sea físicos, como, por ejemplo, tangram, Cubo 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

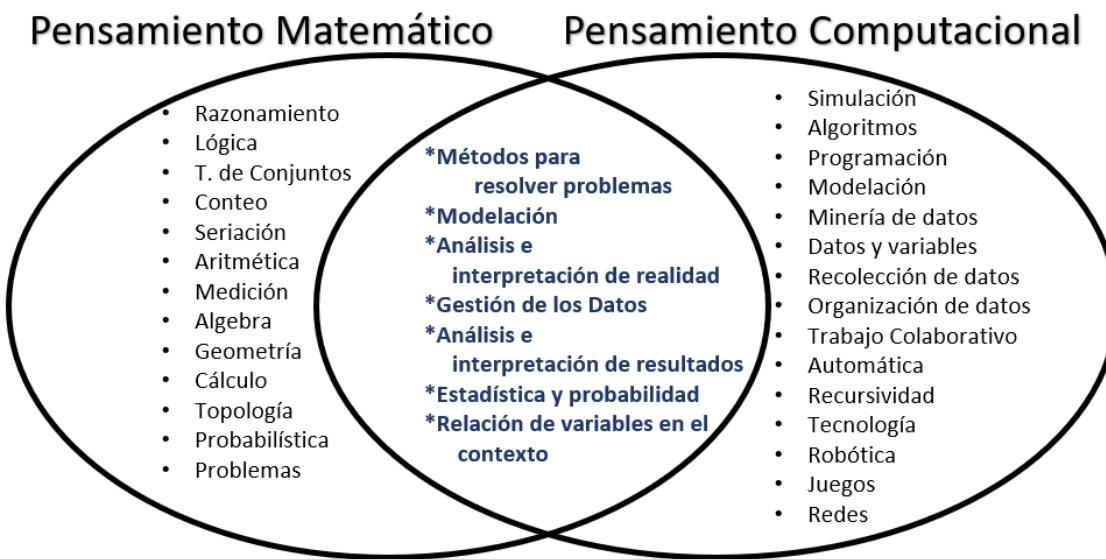
Los trabajos de Bordignon & Iglesias (2020), Bustamante & Balarezo (2019), Galvis, Abasolo & Blanca (2019), García & García (2020), Moreno (2019), Ramos, Hidalgo & Fernández (2019), Roncoroni *et al.* (2020), Segura *et al.* (2019), STEAM (2019) y Valverde, Fernández & Garrido (2019)

indican que las personas necesitan ser retadas o desafiadas a partir de sus capacidades; cuando se les presentan 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 nieves de creatividad, las cuales son progresivas y 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 se indica en la figura 1, lo cual es una necesidad del mundo; por otra parte, Bruni & Nisdeo (2017), Martínez (2018), Wing (2014) y Wolfram (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



Fuente: 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 “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 indica en la figura 1.

METODOLOGÍA

Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático

Dado que 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, y, de esta manera, dar respuesta a la pregunta de investigación ¿El desarrollo del pensamiento computacional Sí mejora el pensamiento matemático?

Causa & efecto

A partir de las posibles relaciones de causalidad, y desde la hipótesis proyectada, se plantean las variables dependientes (efecto): Pensamiento matemático, e independiente (causa): Pensamiento computacional. Tal como se puede observar la relación de variables en la figura 2.

Figura 2. Relación de variables de estudio



¿El pensamiento computacional sí mejora al pensamiento matemático?

Se propone la hipótesis “El desarrollo de habilidades en el pensamiento computacional sí 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; en el año 2020 se registraron 2.100 estudiantes, y para el año 2021, estuvieron matriculados 2.156 estudiantes; se resalta que en grados octavos, para el año 2020, se tenían matriculados 250 estudiantes, de los cuales 130 eran hombres y 120 mujeres, y para el año 2021, en grado octavo se matricularon 240 personas en grado octavo, de las cuales 110 fueron hombres y 130 eran mujeres; estas personas pertenecen a familias de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 de la zona urbana, que habitan el municipio de Chinchiná (Caldas, Colombia).

Para el desarrollo de esta investigación se tomó una muestra de 100 estudiantes de grado octavo, los cuales se separaron en dos grupos, uno denominado *experimental*, de 30 estudiantes, y otro denominado *de control*, con 70 estudiantes; el ejercicio de experimentación se realizó en dos períodos, uno en 2020 y otro en 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 por COVID, la cual, desde el mes de marzo de 2020, lleva al sistema educativo colombiano a trabajar de manera virtual, con mediación de tecnologías digitales.

Instrumentos

Instrumentos para la variable independiente (pensamiento computacional)

El Programa de Intervención consiste en el desarrollo de diecisésis 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>).

Para el desarrollo del programa de intervención se utilizaron el material, tutoriales, guías de orientación y sitio de la “Comunidad Programamos”, que, en colaboración con el grupo de Investigación Media Lab del MIT, promueven el desarrollo del pensamiento computacional mediante el aprendizaje del lenguaje de programación Scratch; el material y los recursos utilizados son de uso libre; las diecisésis temáticas de retos y desafíos desarrolladas en el Programa de Intervención o Club de Programación de Scratch, una por cada semana, fueron las siguientes:

Clase 1: Introducción a la programación y a la comunidad Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-1-introduccion-a-la-programacion-y-a-la-comunidad-scratch/>

Clase 2: Conocemos diferentes tipos de instrucciones en Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-2-conocemos-diferentes-tipos-de-instrucciones-en-scratch-3-0/>

Clase 3: Mi primer videojuego, el Arkanoid

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-3-mi-primer-videojuego-el-arkanoid/>

Clase 4: Una posible solución al reto de programación del Arkanoid

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-4-una-possible-solucion-al-reto-de-programacion-del-arkanoid/>

Clase 5: Programando un videojuego con laberintos

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-5-programando-un-videojuego-con-laberintos/>

Clase 6: Contar un chiste con Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-6-contar-un-chiste-con-scratch-3-0/>

Clase 7: ¿Felicitamos con Scratch?

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-7-felicitamos-con-scratch-3-0/>

Clase 8: Añadir voz a nuestras creaciones en Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-8-anadir-voz-a-nuestras-creaciones-en-scratch-3-0/>

Clase 9: Sincronizar personajes en Scratch para narrar historias

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-9-sincronizar-personajes-en-scratch-3-0-para-narrar-historias/>

Clase 10: Pruebas y depuración de programas en Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-10-pruebas-y-depuracion-de-programas-en-scratch-3-0/>

Clase 11: Almacenando información en variables con Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-11-almacenando-informacion-en-variables-con-scratch-3-0/>

Clase 12: Controlando a nuestros personajes de Scratch con el audio

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-12-controlando-a-nuestros-personajes-de-scratch-3-0-con-el-audio/>

Clase 13: Controlar a nuestros personajes de Scratch con el vídeo

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-13-controlar-a-nuestros-personajes-de-scratch-3-0-con-el-video/>

Clase 14: Almacenar información en listas con Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-14-almacenar-informacion-en-listas-con-scratch-3-0/>

Clase 15: Creación de bloques propios personalizables en Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-15-creacion-de-bloques-propios-personalizados-en-scratch-3-0/>

Clase 16: Usar clones en Scratch

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-16-usar-clones-en-scratch-3-0/>

Clase final: un gran poder conlleva una gran responsabilidad

Link de los recursos:

<https://programamos.es/clase-final-gran-poder-conlleva-gran-responsabilidad/>

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 a 2016, “Test de Inteligencia numérica

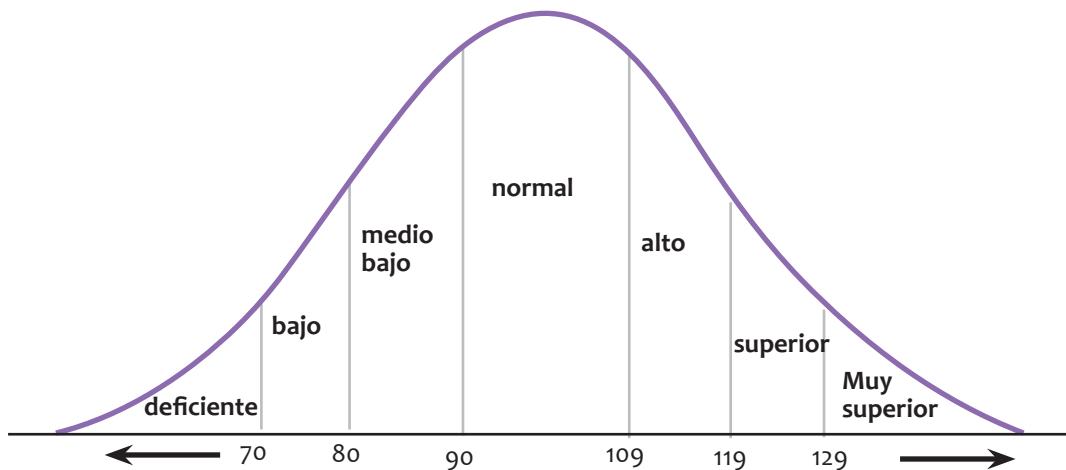
de Binet-Simon y Wechsler”; estos test o pruebas de habilidades matemáticas evalúan los cinco tipos de pensamiento matemático: numérico, métrico, espacial, variacional y probabilístico.

Validez de los instrumentos

Los test de Binet-Simon y Wechsler fueron validados por Bain & Allin (2005), Becker (2003), Kaplan *et al.* (2005), Meneses *et al.* (2016) y Wechsler *et al.* (2013), quienes realizaron 1.024 pruebas en diferentes centros hospitalarios y educativos de Europa, Asia y América entre 2000 y 2016, aplicando los test en más de 30.000 personas y validando las pruebas con χ^2 cuadrado 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-Simon y Wechsler son los que permiten valorar el coeficiente intelectual (CI) de las personas a nivel internacional (Bain & Allin, 2005), como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Escala de inteligencia Binet-Simon y Wechsler



Fuente: adoptado de Kaplan *et al.* (2005) y 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 correlacionó mediante el estadístico paramétrico denominado t de Student y distribución normal, mediante “Prueba de Hipótesis de diferencia pareada para grupo de control, (- : muestras independientes”.

Consideración éticas

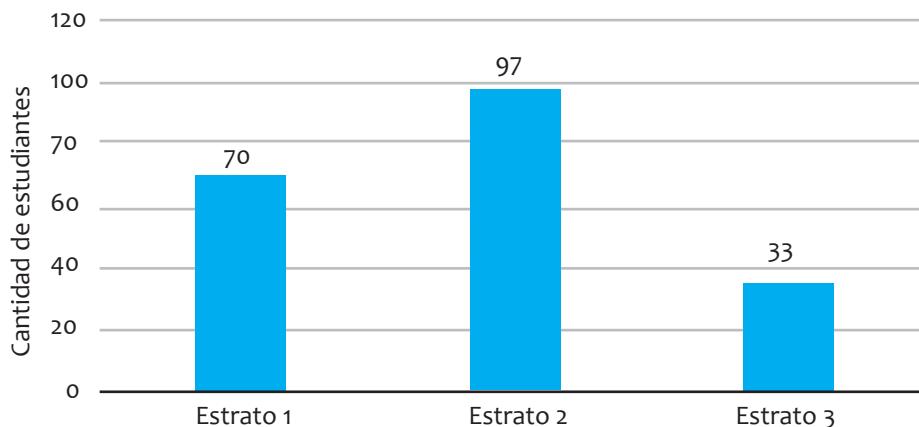
El desarrollo de trabajo se hizo con personas menores de edad; por este motivo, se requirió informar previamente a los “representantes legales de los menores de edad” sobre la actividad del programa de intervención, al cual, en la Institución Educativa, se denominó “Club de Programación de Computadores con Scratch”, informando sobre la importancia de la actividad extraclase y el carácter; por una parte, sin afectación de ninguna valoración académica, y por otra parte, la participación de los estudiantes de manera voluntaria, y de esta manera, los “representantes legales de los menores de edad”, quienes autorizaron por escrito la participación de los niños en dicho proyecto.

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 socioeconómico, 2020-2021



Fuente: elaboración propia.

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

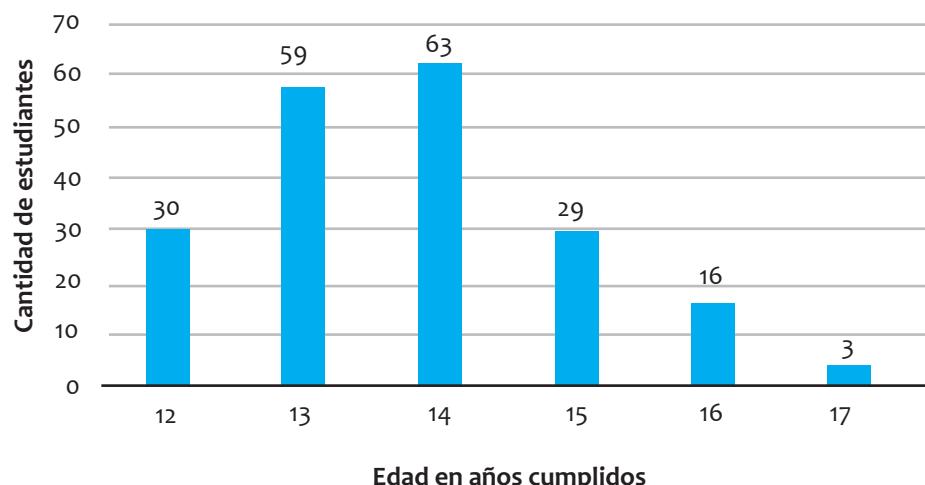
Figura 5. Género de los estudiantes, 2020-2021



Fuente: 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



Fuente: elaboración propia.

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Prueba de hipótesis de diferencia pareada para $(\mu_{\text{post-test}} - \mu_{\text{pre-test}}) = \mu_{\text{diferencias}}$: 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 |

Fuente: elaboración propia.

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

Ho: La media en la diferencia entre pretest y postest es igual a 0 $\mu_{diferencias} = 0$.

Ha: Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{diferencias} > 0$

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
```

Fuente: tomado de la gestión de registros de la investigación con Software Estadístico R

En la figura 7, la prueba de t de Student de los datos del año 2020 indica que:

p-value= 0.000009462 < 0.01 =

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

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; $\mu_{diferencias} = 0$.

Ha: Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{diferencias} > 0$

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
```

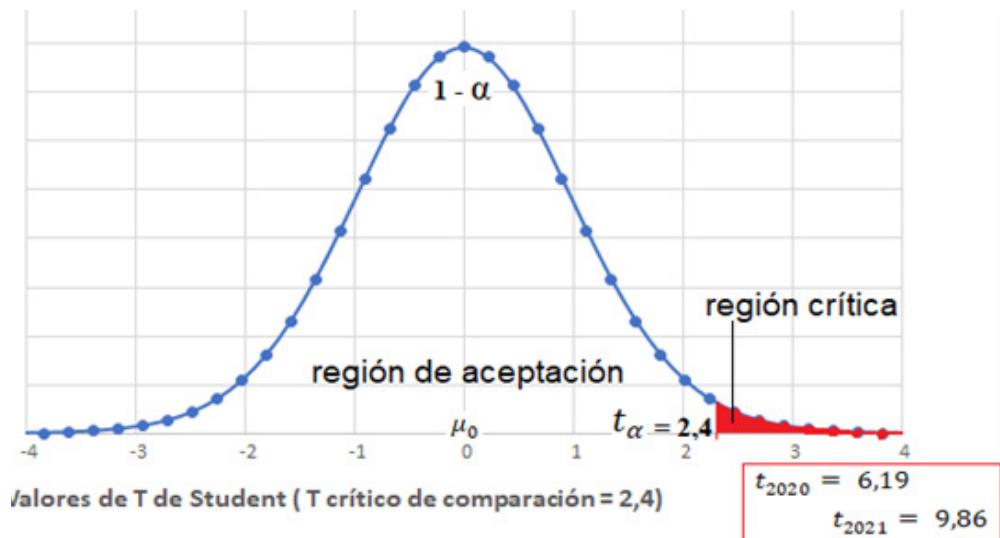
Fuente: tomado de la gestión de registros de la investigación con Software Estadístico R.

La figura 8 muestra que la prueba t de Student de los datos del año 2021 indica que:

$$p\text{-value} = 0.0000000009069 < 0.01 = \alpha$$

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



Fuente: 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

H_0 : La media en la diferencia entre pretest y postest es igual a 0; $\mu_{\text{diferencias}} = 0$.

H_a : Hipótesis alternativa: $H_a: \mu_{\text{diferencias}} > 0$

A continuación, en la tabla 2 se puede observar los registros utilizados para la prueba de hipótesis.

Tabla 2. Registros estadísticos para prueba de hipótesis

| Grupos | Experimental | | | De control | | |
|--------------------------------------|---------------------------|----------|------------------------|--------------------------|-----------|------------------------|
| | Pretest | Posttest | 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 | $Z_{experimental} = 9,86$ | | | $Z_{de\ control} = 1,03$ | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Prueba t de Student para muestras pareadas del grupo

Paired t-test

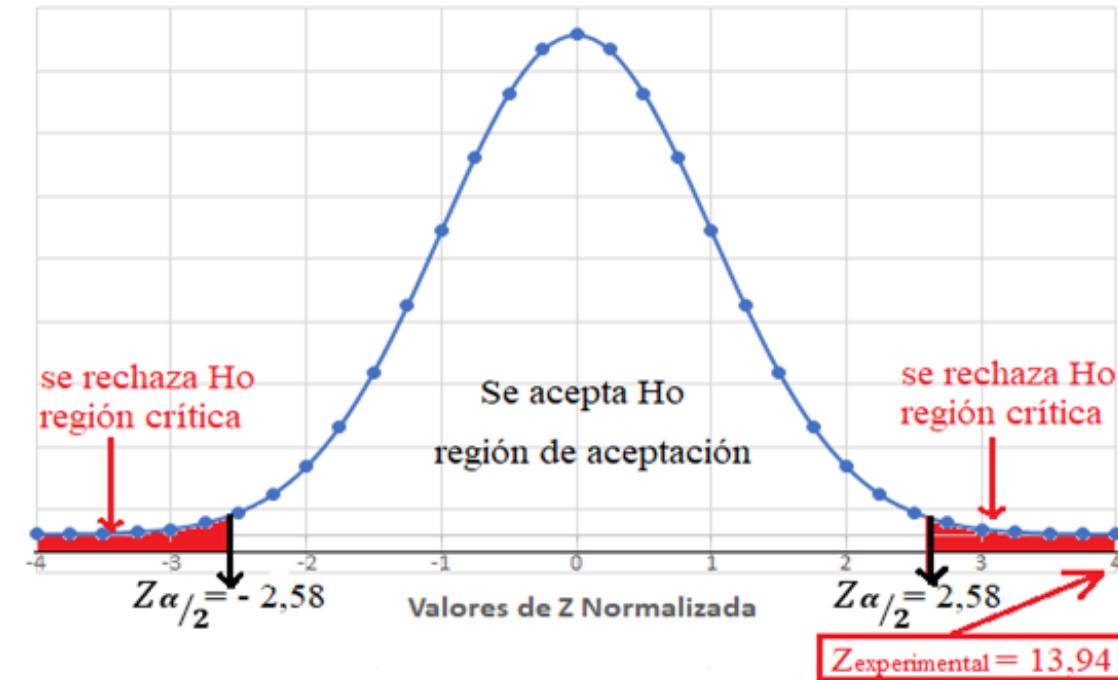
```
data: preexptotal and posexptotal
t = -10.459, df = 59, p-value = 2.328e-15
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
99 percent confidence interval:
-Inf -21.01998
sample estimates:
mean of the differences
-27.25
```

Fuente: tomado de la gestión de registros de la investigación con Software Estadístico R.

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

$$p\text{-value} = 0,0000000000002328 < 0,01 = \alpha$$

Por tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_a con un nivel de significancia del 99%.

Figura 11. Distribución normal estándar con $\alpha = 0.01$ de significancia - grupos experimentales

Fuente: 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 pretest y postest 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

```

Fuente: tomado de la gestión de registros de la investigación con Software Estadístico R.

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

Fuente: elaboración propia.

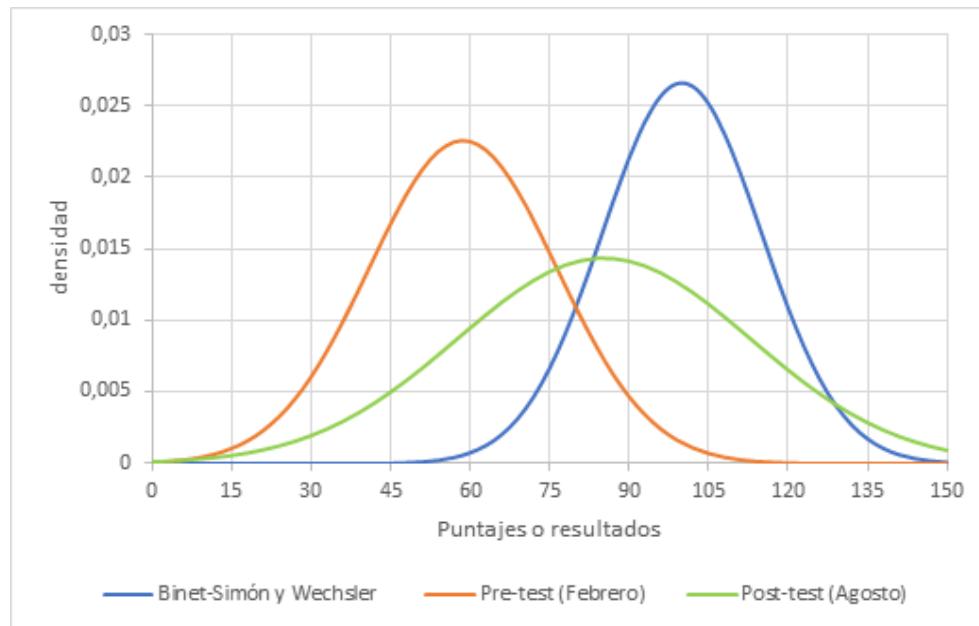
La figura 13 indica que, debido a que está dentro del área de aceptación de la hipótesis nula, por cuanto: $2,58 < Z_{\text{control}} = -2,22 < +2,58$

Por ello, se concluye que para los grupos de control se acepta H_0

Así pues, se puede afirmar que 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 les sometió a programa de intervención, no sufrieron ningún cambio significativo en sus resultados de los test de pensamiento matemático.

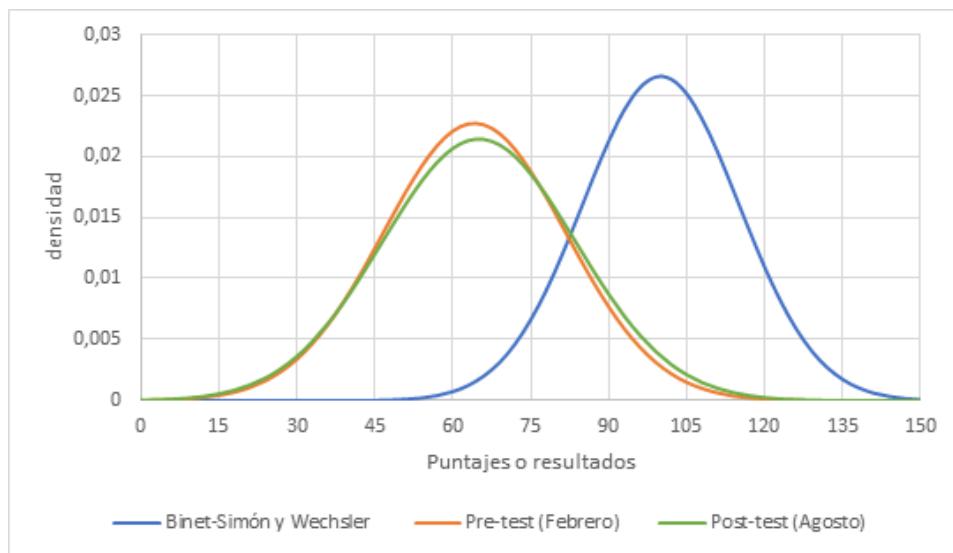
COMPARACIONES DE RESULTADOS

Figura 14. Pensamiento matemático, grupo experimental, 2020 y 2021



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Pensamiento matemático, grupo de control, 2020 y 2021

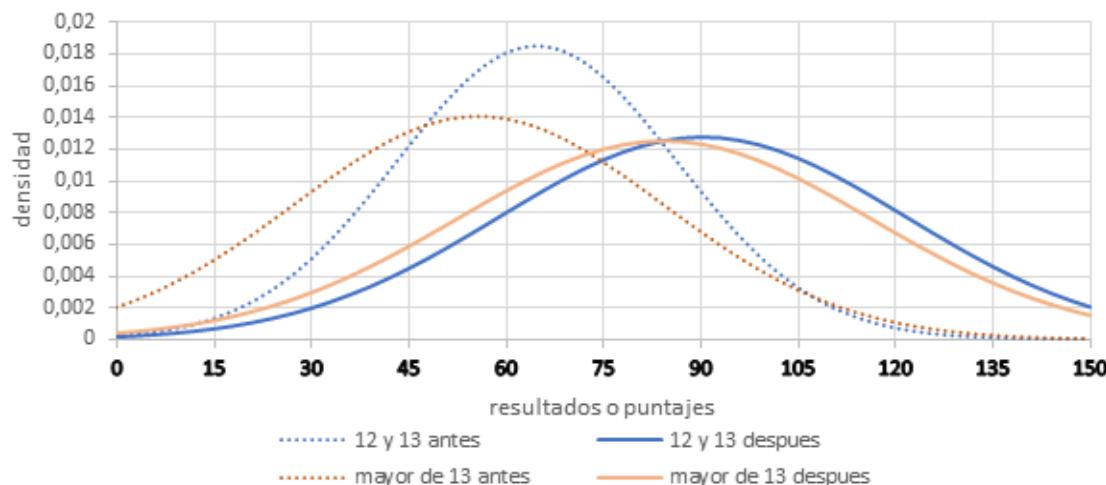


Fuente: elaboración propia.

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-Simon y Wechsler.

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

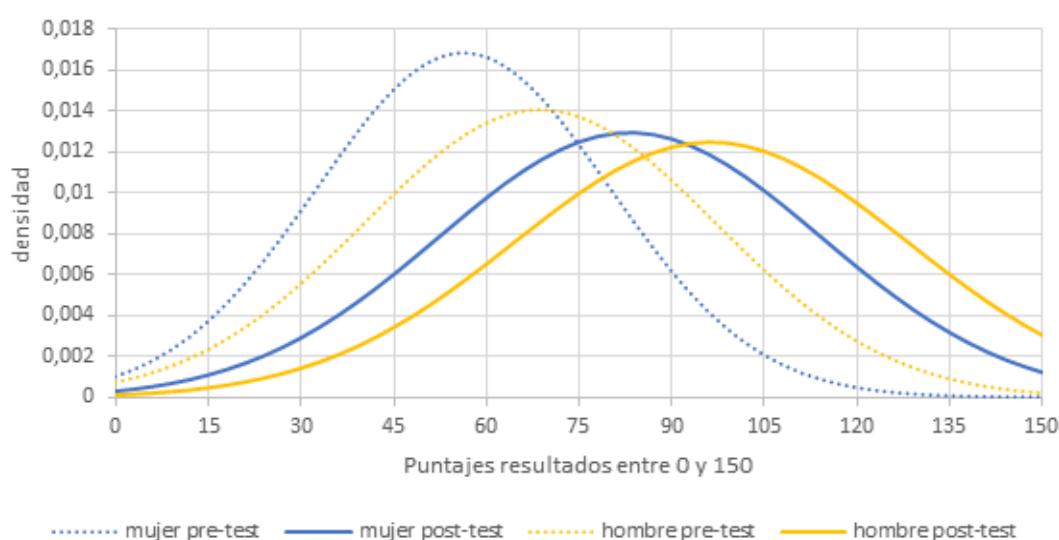
Figura 16. Resultados de pretest y postest, por edades, 2020-2021, mayores y menores de 13 años



Fuente: elaboración propia.

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

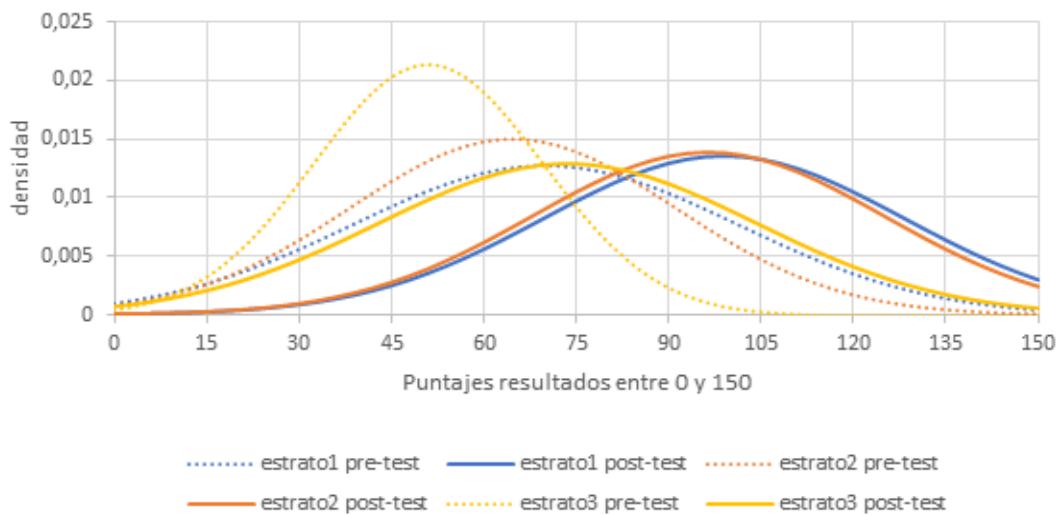
Figura 17. Resultados de pensamiento matemático, 2020-2021, por género



Fuente: elaboración propia.

La figura 17 indica los resultados totalizados por género.

Figura 18. Resultado de pensamiento matemático, por estratos socioeconómicos



Fuente: elaboración propia.

La figura 18 indica los resultados totalizados por estrato sociodemográfico.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Seis (6) ideas interesantes a manera de discusión son:

Albert Einstein decía a sus estudiantes: “Si busca resultados diferentes no haga siempre lo mismo”, 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 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 en el 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 esperaría, además, que exista mejora en los indicadores de desempeño escolar.

La estrategia del Club de programación de computadores extraclasses, y sin valoración en ningún espacio académico, sumada a la coyuntura de la pandemia por COVID-19, llevó a establecer un canal de comunicación directo entre maestro y estudiantes del grupo experimental; este canal de comunicación se logró mediante las herramientas tecnológicas, que posibilitaron 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, incluso 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, pérdida 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 la 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 “Not the same: A text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming” de Moreno *et al.* (2019), por citar algunas, posibilitan y abren 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 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 debían 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 incluso usar 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 las ingenierías, al señalar 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 y en un reto para la sociedad, sobre todo hoy, cuando se promulga la igualdad de género por dignidad humana, pero, por demás, no solo debe ser una promulgación 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 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 (véase la figura 16); Vygotsky (1934) afirma que el desarrollo del pensamiento de las personas se genera desde la experiencia en relación con el ambiente, pero aclara que el conocimiento es acumulativo y que, por demás, en personas mayores se esperarían 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 de 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 racionamientos, como resultado de las diferentes motivaciones e historias de vida de estos.

Las fortalezas del estudio fueron una adecuada comunicación entre los actores, motivación por la usabilidad de los recursos tecnológicos, acercamiento asertivo entre estudiantes y docentes en condiciones particulares a partir de un acompañamiento personalizado, el significativo apoyo del grupo de Investigación Media Lab del Instituto tecnológico de Massachusetts (MIT), quienes facilitaron Scratch para posibilitar el programa de intervención, y finalmente se resalta el apoyo del equipo directivo de la I. E. Santo Domingo Savio, quien desde el inicio manifestó el interés y apoyo al desarrollo del proyecto.

Las oportunidades que se presentaron en el desarrollo de la investigación fueron la coyuntura vivida por la emergencia sanitaria de COVID-19, que posibilitó el desarrollo del proyecto con mediación de las TIC, el acceso al aula de computadores de la biblioteca pública de la Alcaldía municipal de Chinchiná para desarrollar el proyecto, y el haber logrado motivar a los estudiantes en sus proyectos de vida.

Entre las debilidades detectadas en el desarrollo del estudio se pueden resaltar el acceso limitado a conectividad de algunos estudiantes que querían participar en el proceso de intervención, pero lastimosamente no se pudo por la carencia de computadores, tablets e internet por parte de ellos; la presente investigación se desarrolló en situación de emergencia sanitaria por

COVID-19; al trabajar desde sus casas, es posible un porcentaje de sesgo, en escenarios de apoyo de terceras personas a los estudiantes, ya sea para beneficio o para afectación de resultados.

La posible amenaza en el desarrollo investigativo fue el manejo de los tiempos en circunstancias de incertidumbre; debido a la misma condición de pandemia, era un factor que estaba latente en el desarrollo del proyecto.

Desde el desarrollo del proyecto de investigación, es posible proponer algunas nuevas líneas de investigación, como, por ejemplo, indagar procesos de mejora de habilidades en el pensamiento, por medio de lenguajes de programación como Scratch; estudiar metodologías lúdicas, las cuales de por sí tienen elementos de participación de equipos en trabajo colaborativo; el manejo de los liderazgos, las habilidades comunicativas y el diseño y prueba de diferentes estrategias para lograr el éxito de las actividades, detalles que buscan la mejora de las habilidades de razonamiento; identificar la problemática de la gestión de las habilidades emocionales y cómo estas intervienen en los procesos de mejora de las habilidades del pensamiento y razonamiento lógico, en los discernimientos a los cuales se enfrentan los estudiantes en su vida cotidiana; diferentes posibilidades de heurísticas mediadas por herramientas tecnológicas, en búsqueda de mejora de las habilidades del desarrollo del pensamiento.

La investigación permite proponer, como aporte a la sociedad, el apoyo al desarrollo de pensamiento computacional en las personas, y cómo este mejora considerablemente las habilidades de razonamiento y posibilidades que tienen los individuos en la resolución de problemas lógico-matemáticos; este hecho aporta significativamente a la sociedad, por cuanto la experiencia se convierte en una alternativa para mejora de los ciudadanos globales que necesita el mundo, que desde su creatividad, indagación y procesos de desarrollo influyan directamente en la construcción de una mejor sociedad.

Finalmente, se concluye el desarrollo de la investigación con las siguientes seis (6) ideas fuerza:

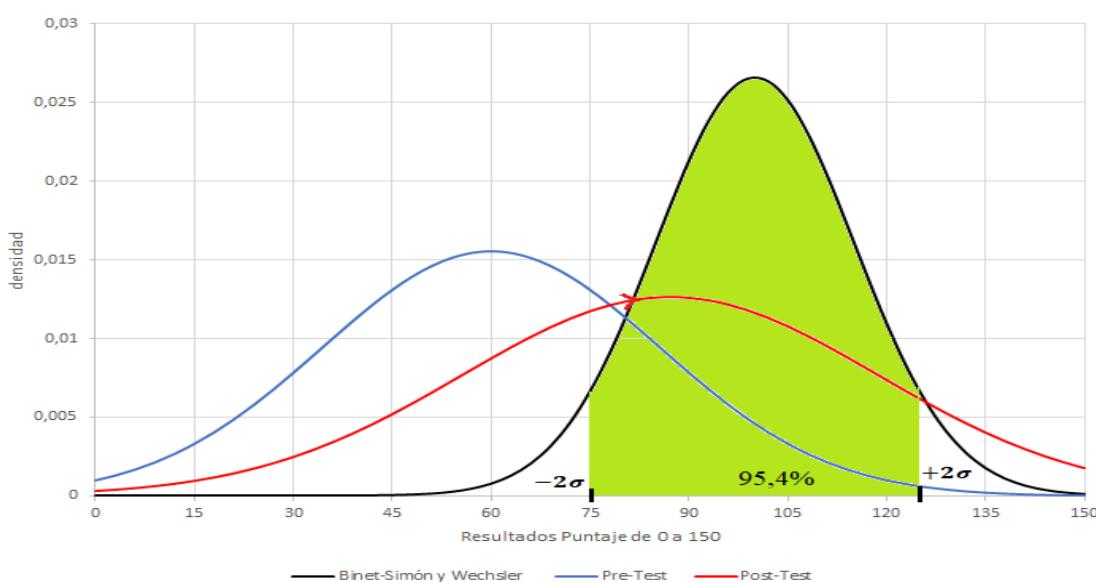
El interés de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia) en mejorar los resultados obtenidos en las pruebas externas de la calidad educativa “Pruebas Saber del ICFES”, y teniendo en cuenta que uno de los principales componentes que se evalúa es el pensamiento matemático, motiva a generar una alternativa adicional al desarrollo normal de 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 sí 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, extraclase 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 pensamiento numérico, pensamiento espacial, pensamiento métrico, pensamiento probabilístico y pensamiento variacional; para esto, se tomaron como referentes los test internacionales de Binet-Simon y Wechsler; a partir de estos test se formuló tanto el pretest como el posttest, 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-Simon 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-Simon 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, comparados con el intervalo del 95,4% de medias internacionales, de dos desviaciones estándar



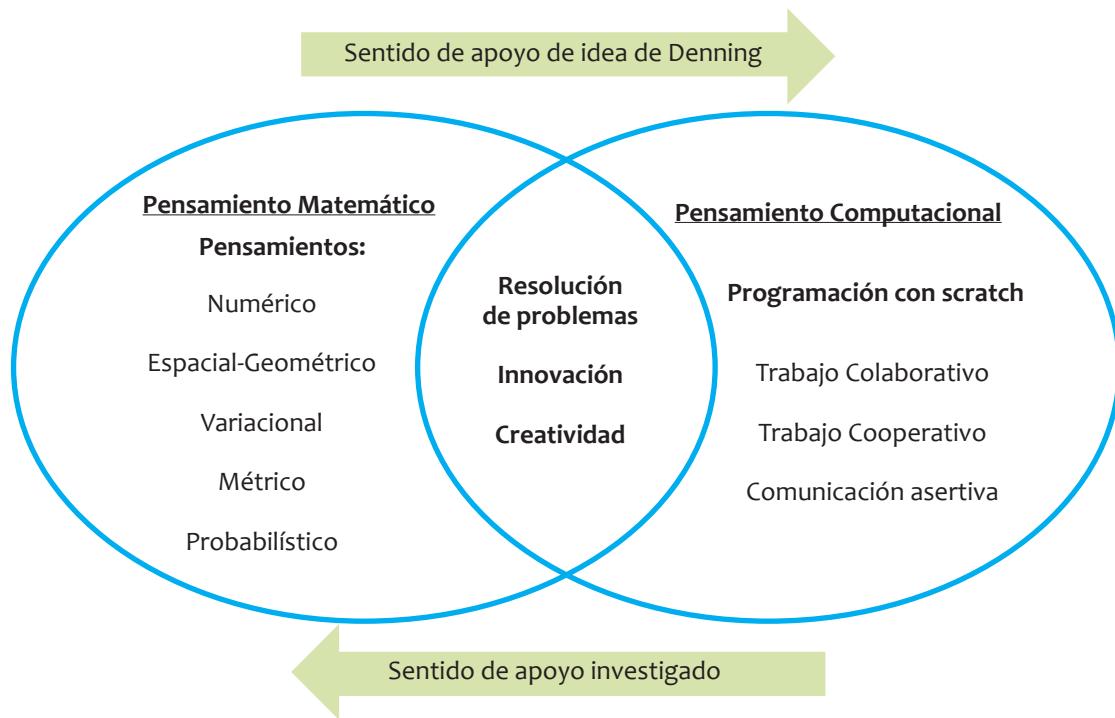
Fuente: elaboración propia.

El presente trabajo se proyectó como una investigación de corte cuantitativo; se trabajó con dos grupos de estudiantes bien diferenciados, uno que vivió el programa de intervención, grupo experimental, y que representan el 30% de la muestra de estudio, y otro que no vivió la fase experimental, pero que sí se sometió a evaluación de desarrollo de pensamiento computacional, al 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 pudieron evaluar y confrontar las variables de estudio, y, tal como lo indican los resultados presentados, se puede afirmar que la mediación de tecnologías desde el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, por medio de los espacios extraclases, apoya estadística y significativamente el mejoramiento en el desarrollo del pensamiento matemático.

Adell *et al.* (2019) afirman 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, las estructuras heurísticas del desarrollo del pensamiento de las personas a partir de la fundamentación matemática, posibilitan agilidad y diversas posibilidades para desarrollar problemas con apoyo de las herramientas tecnológicas, basadas en características del pensamiento computacional, como son los lenguajes de programación, las bases de datos, las redes tecnológicas y los diferentes algoritmos que facilitan la solución de problemas concretos; también se puede citar a Martínez (2018), que en su tesis “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 las figuras 14, 15 y 20; 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, se puede afirmar que, la experiencia de desarrollo de pensamiento computacional permite mejorar las formas y heurísticas para resolver problemas, modelación, análisis e interpretación de realidad, gestión de datos y relación de variables, detalles que permiten evidenciar que para los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia) en 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)



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, reiterar y resaltar que el desarrollo de la investigación permitió demostrar que para la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia), en la muestra y población de estudio, en 2020 y 2021, se logró verificar, mediante la herramienta estadística t de Student, que el programa de intervención basado en pensamiento computacional desde el Club de Programación de Lenguaje Scratch sí posibilitó una mejora significativa en las habilidades matemáticas después de dicha intervención, y permitió mejorar los resultados de las habilidades en pensamiento matemático, como se indicó en la comparación de resultados de los test de habilidades matemáticas; lo cual permite afirmar que este tipo de estrategias vale la pena evaluarse, probarse y experimentarse en el desarrollo de los proyectos educativos escolares de las instituciones educativas, en aras de mejorar el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M. & Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22 (1), 171-186. DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Alsina, A. (2020), Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática UNION*, 58, 168-190, ISSN: 1815-0640.

- Álvarez, 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, Revista de Educación Mediática y TIC*, 30(3), 343-374.
- Arismendi, C. & 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, Venezuela.
- Bain, S. K. & Allin, J. D. (2005). Book review: Stanford-Binet intelligence scales, fifth edition. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 23, 87-95.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/073428290502300108>
- Becker, K (2003), History of the Stanford-Binet intelligence scales: Content and psychometrics. https://www.hmhco.com/~/media/sites/home/hmh-assessments/clinical/stanford-binet/pdf/sb5_asb_1.pdf?la=en
- 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. Maestría en Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima, Colombia.
- Bers, M., Flannery, L. Kazakoff, E. & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145-157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>.
- Bertalanffy, V. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Bocconi, S., Chiocciello, A., Dettori, G., Ferrari, A. & Engelhardt, K. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Implications for policy and practice, European Commission. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf
- Bordignon, F. & Iglesias, A. (2020). *Introducción al pensamiento computacional*. Buenos Aires: Editorial Universitaria EDUCAR.
- Brito M., López J. & Parra H. (2019). Planeación didáctica en educación, investigación-acción en las escuelas primarias de Ciudad de México. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11 (23), 52-73.
- 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. <https://doi.org/cxnq>
- Bustamante, R. & Balarezo, S. (2019). Experiencias de Serious Gaming para la enseñanza superior, los casos de uso de la plataforma adventures wildgoose, XXII Congreso Internacional, Tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú, 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), 215-232, edición especial. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46146811009.pdf>
- Campbell, D. & Stanley, J. (1973). *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. (Traducción de Mauricio Kitaigorodzki). Amorrortu Editores, California, EEUU.
- Canals, F.A. (2014). *Vivir las matemáticas*. Barcelona: Ediciones Octaedro S. L.
- Cantoral, R., Farfán, R. M., Cordero, F., Alanís, J. A., Rodríguez, R. A. & Garza, A. (2005). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Trillas.
- Cantoral, R., Molina, J. G. & Sánchez, M. (2005). Socioepistemología de la predicción. En J. Lezama, M. Sánchez y J. G. Molina (eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 463-468). México: CLAME.

- Castaño, L. (2018). Proyecto de aula para el fortalecimiento en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, Facultad de Ciencias, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia.
- Castañón, J. (2017). La construcción de lo real en el niño. Inteligencias lógicas-matemáticas, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.
- Centurión, J. (2018). Aprendizaje basado en problemas para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de electrónica del IESTP “República Federal de Alemania”, Facultad de Educación, Escuela de Postgrados, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- 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 (pp. 69-75). Ankara: PME.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X. & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Coronell, E. & Lima, G. (2020). El pensamiento computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11 (20), 156-171
- Cuesta, M. (2009). Introducción al muestreo. Universidad de Oviedo, España.
- DANE (2020). Informe del número y porcentaje de estudiantes matriculados en el año 2019, Bases de Datos del Departamento Administrativo de Estadísticas Nacionales de Colombia. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/educacion/poblacion-escolarizada/educacion-formal>
- Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60 (6), 33-39.
- Díaz, J. & Díaz, R. (2018). Los métodos de resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático. *Bolema*, Rioclaro, 32 (60), 35-72.
- Erazo, N. (2018). Empleo de los bloques lógicos como estrategia para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños y niñas de 5 años. Facultad de Educación, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Huaraz, Perú.
- Estrada, M., Pizarro, N. & Salcedo, E. (2019). Método Singapur para el desarrollo del pensamiento matemático en la básica primaria. Facultad de Educación, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia.
- Galvis, W., Abasolo, M. & Ciji Blanca (2019). Experiencias educativas con realidad aumentada por estudiantes universitarios. Universidad Técnica de Ambato y Universidad Nacional de la Plata, XXII Congreso Internacional, Tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú, 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 (2), 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*: UNIÓN, 155-176.
- González, W. (2007). *Las Ciencias de diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*. México: Netbiblio S. L.

- González, Y. & Muñoz, A. (2017). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. En *International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 1-5). DOI: <https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259652>
- Hiele, V. (1957). *The didactics of geometry in the lowest class od secondary school*. Utrecht: Universidad de Utrecht.
- Hitschfeld, N., Pérez, J. & Simmonds, J. (2015). El pensamiento computacional y la programación en nivel escolar en Chile: El valor de formar a los innovadores tecnológicos del futuro. *Revista Bits*, 24 (1), 25-52.
- ICFES (2018). Resultados nacionales, pruebas Saber 3, 5, 9, años 2012-2017. ICFES, Ministerio de Educación, Bogotá, Colombia.
- Jáuregui, A. (2018). Desarrollo del pensamiento computacional mediante Scratch utilizando una herramienta e-Learning, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Colombia.
- Jáuregui, J. & Alba, B. (2018). Desarrollo del pensamiento computacional mediante Scratch utilizando una herramienta e-Learning. Tesis Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Colombia.
- Juárez, M. & Aguilar, M. (2018). El método Singapur, propuesta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Números, Revista Didáctica de las matemáticas*, 72 (2), 33-62.
- Kaplan, R. M. & Saccuzzo, D. P. (2005). *Psychological testing: Principles, applications, and issues*. Belmont: Thomson Wadsworth.
- Martínez, J. (2018). Relación entre pensamiento computacional y pensamiento matemático. *Revista Aprendizaje, Comunicación e Innovación*, 103 (2), 130-141.
- 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. DOI:10.19053/20278306.v9. n1.2018.8156
- Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (1982). *Thinking Mathematically*. Londres: 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*. , Cataluña: Universitat Oberta de Catalunya.
- Morales, G. & Rubio, N. (2019). La argumentación matemática fomentada en estudiantes del nivel medio superior mediante el uso del software de Geometría Dinámica, XXII Congreso Internacional, tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú y Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.397151>.
- Moreno, N. (2019). Educación STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de los seres críticos. Departamento de Ciencias Básicas y el Grupo GIIS de la Fundación Universitaria Panamericana; Alianza de Investigadores Internacionales ALININ para las universidades latinoamericanas.
- Muñoz, M. & Gómez, M. (2019). El laboratorio de matemáticas como medio para el fortalecimiento de la enseñanza y aprendizaje en la IE Navarro y Donald Rodrigo Tafur, Facultad de Educación, Universidad Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- 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, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- OCDE (2019). Resultados pruebas PISA 2018-2019. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL_ESP.pdf
- Ordóñez, 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, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Editorial Compás, Ecuador.
- Paltán, G. & Quilli, K. (2011). Estrategias metodológicas para desarrollar el racionamiento 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, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- 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 décimo, Universidad del Tolima.
- Pérez, M. (2017). El pensamiento computacional para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas. *3C TIC: Cuadernos de desarrollos aplicados a las TIC*, 6(1), 38-63. Universidad de Córdoba, Colombia. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2017.55.38-63/>
- Piaget J. (1952). *The child's conception of number*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1985). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Editorial Morata.
- Piaget J. (1991), Seis Estudios de Psicología, Estructuras Cognoscitivas, Primera edición en Colección Labor, Nueva serie, 2. Madrid: Editorial Labor S. A.
- PISA (2018), Informe PISA 2018, Informe de resultados para Colombia 2018. Recuperado el 12 de mayo de 2022 de la URL: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe%20nacional%20de%20resultados20PISA%202018.pdf>
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Garden City, Nueva York: Doubleday.
- Pólya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Editorial Trillas.
- Radford, L. (2006). Algebraic thinking and the generalization of patterns: A semiotic perspective. En Alatorre S., Cortona J.E., Sáiz, M. & Mendez, A. (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*, Vol. 1 (pp. 2-21). Mérida: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ramírez, Y. (2019). Estrategia didáctica basada en TIC para enseñar programación: Una alternativa para el desarrollo del Pensamiento Lógico. Maestría en TIC aplicadas a las ciencias de la educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama, Boyacá, 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, XXII Congreso Internacional, Tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Reyes, P., Aceituno, D. & Cáceres, P. (2018). Estilos de pensamiento matemático de estudiantes con talento académico. *Revista de Psicología*, 36 (1), 78-91.
- Romero, A. (2019). Implementación del aula digital Anaya y GeoGebra en Educación secundaria a través de un proyecto cooperativo, XXII Congreso Internacional, Tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú de Lima, Perú, y Universidad de las Islas Baleares, España.

- Roncoroni Osio, U., Lavín, E. & Bailón Maxi, 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. *Boletín Virtual* 226, Volumen 64, ISNN 2266-1536. Universidad Técnica De Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/239>
- Sánchez, M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23, 24-39. 10.7203/realia.23.15635, XXII Congreso Internacional, Tecnología e Innovación para la diversidad y calidad de los aprendizajes, Libro de Comunicaciones EDUTEC 2019, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Sánchez, S. & Sánchez, C. (2018). Desarrollo del pensamiento crítico y computacional en la formación de ingenieros en TIC y Licenciados en Informática y Tecnología, V congreso Internacional y XIII Encuentro Nacional de Tecnología e Informática (REPETIC), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Bogotá, Colombia.
- Segura, J., Llopos, M., Mon, F. & García, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22 (1), 171-186.
- Steam Colombia (2019). Relación del pensamiento computacional y el pensamiento matemático. <https://www.stemeducom.com/post/2017/07/03/relaci-25c3-25b3n-del-pensamiento-computacional-y-el-pensamiento-matem-25c3-25a1tico>
- Thurstone, L. (1967). *La medición de la inteligencia, la aptitud y el interés*. Barcelona: Paidós.
- Useche, P. (2018). Fortalecimiento del pensamiento numérico y la resolución de problemas de postprimaria. Maestría en Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Externado de Colombia.
- Valverde, J., Fernández, M. & Garrido, M. (2019). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED - Revista de Educación a Distancia*, 46. 134-151.
- Vasco, C. E. (2010). *El pensamiento variacional y la modelación matemática*. Cali, Colombia. Recuperado el 12 de mayo de 2022 de la URL: http://pibid.mat.ufrgsbr/20092010/arquivos_publicacoes1/
- Villa, O. J. (2010). Razonamiento covariacional en el estudio de funciones cuadráticas. *Revista de Ciencias Exactas*, 17, 42-70.
- Villarini, A. (2014). Revista internacional magisterio educación y pedagogía. *Habilidades del pensamiento. Revista Internacional del Magisterio*, Bogotá. Edición 66, P. 21 - 75.
- Vygotsky, L. (1998 [1934]). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Fausto.
- Wagner, G., Vásquez, A., Hoyos, E. & Gutiérrez, H. (2014). El álgebra geométrica como mediadora en la enseñanza de la factorización y los productos notables. *Revista de Investigaciones del Programa de Matemáticas*, Vol 26, No.1, Universidad del Quindío, Tolima, Colombia. DOI: <https://doi.org/10.33975/riuq.vol26n1.140>
- Wechsler, D., Rosas, R., Pizarro, M. & Tenorio, M. (2013). *WAIS-IV: Manual de administración y corrección*. NCS Pearson. <https://worldcat.org/title/wais-iv-manual-de-administracion-y-correccion-version-estandarizada-en-chile/oclc/852541241>
- Wing, J. (2006). Computational thinking, *Communications of the ACM*, Vol 49, No.3, Science in and head of the Computer Science Department at Carnegie Mellon University, Pittsburgh, EE. UU. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wingo6-ct.pdf>. P. 33 – 35.
- Wing, J. (2011). Computational thinking. How I learned code. <https://howilearnedcode.com/2016/10/el-pensamiento-computacional-jeannette-m-wing/>

- Wing, J. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. <http://ijet.itd.cnr.it/article/view/922/874>
- Wolfram, C. (2018). Aporte de las Matemáticas al desarrollo del pensamiento computacional. Departamento de Físico y Matemáticas, Universidad de Cambridge, EE. UU.
- Zapotecatl, J. (2014). Pensamiento computacional. Academia Mexicana de Computación (AmexCom), México. <http://www.amexcomp.mx/files/libro/LibroPC.pdf>

.....

Julio Alexander Argotí Álvarez

Docente de Matemáticas adscrito a la Secretaría de Educación Departamental de Caldas (Colombia), actualmente en comisión como Docente PTA en Caldas (Colombia). Consultor en Pedagogía, Uniminuto: Kuntur “Una aventura de saberes”, Proyecto Innovación Educativa 2021-2024 para Cundinamarca. Entre sus temas de interés se encuentran: Didáctica de la Matemática, Desarrollo del Pensamiento Matemático, Desarrollo del Pensamiento Computacional, Educación Ambiental, Habilidades de la gestión Socio-Emocional como soporte del aprendizaje, Educación para el Cambio Climático, Impacto de la Educación en el Desarrollo Sostenible. Sus más recientes publicaciones son: “El LORO Parlanchín” un Proyecto de Lecto-escritura (páginas 10 a 61). Edición No. 1 revista *Todos a Aprender* – Experiencias de 10 años de formación y acompañamiento de maestros en Caldas, Secretaría de Educación de Caldas (2023).