



Enseñanza de la programación a través de Scratch para el desarrollo del pensamiento computacional en educación básica secundaria*

Alvedy García Rodríguez^a

Resumen: la formación del pensamiento computacional (PC) en las nuevas generaciones viene cobrando gran importancia en el campo educativo, ya que fortalece el desarrollo de habilidades para la solución de los problemas que se presentan a diario en los diferentes escenarios, basándose en los conceptos de la computación, en el menor tiempo posible y con resultados eficientes que llevan a marcar la diferencia. El presente artículo es resultado de una investigación de tipo cuantitativa y demuestra que la implementación de una estrategia educativa mediada por la herramienta tecnológica Scratch y la enseñanza de los conceptos básicos de la programación permiten el fortalecimiento del PC en los estudiantes del grado séptimo de una institución educativa del municipio de Cabrera, Cundinamarca, Colombia. A partir de los resultados se pudo determinar tanto el mejoramiento en el nivel de PC de los estudiantes como la marcada diferencia entre los resultados del grupo experimento versus el grupo control. De igual forma, se pudo afirmar que la enseñanza de la programación y la implementación de este tipo de propuestas en los procesos educativos ofrecen a los estudiantes elementos que abren su mente hacia la resolución de problemas, a través de la creatividad y la lógica, lo que potencia su aprendizaje y transforma su rol dentro del proceso. Finalmente, se comprueba que es imprescindible promover procesos de formación desde los primeros niveles de la educación, encaminados a fortalecer este tipo de destrezas, mediante estrategias pedagógicas que vinculen el uso de herramientas tecnológicas.

Palabras clave: enseñanza; programación informática; pensamiento computacional; educación básica; Scratch

Fecha de recepción: 21 de julio de 2021

Fecha de aprobación: 15 de diciembre de 2021

Disponible en línea: 22 de abril de 2022

Cómo citar: García Rodríguez, A. (2022). Enseñanza de la Programación a través de Scratch para el desarrollo del Pensamiento Computacional en Educación Básica Secundaria. *Academia Y Virtualidad*, 15(1), 161-182. <https://doi.org/10.18359/ravi.5883>

* Artículo de investigación.

^a Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación. Directivo IEM, Instituto Técnico Industrial, Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia.
Correo electrónico: alvedy.gr@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1156-1471>

Teaching Programming through Scratch Aimed at the Development of Computational Thinking in Basic Secondary Education

Abstract: training in computational thinking (CT) among new generations is gaining great importance in the educational field, since it strengthens the development of skills aimed at the solution of problems that arise daily in different scenarios, based on concepts of computation, in the shortest possible time and with efficient results that result in making a difference. This article is the result of quantitative research and demonstrates that implementation of an educational strategy mediated by the Scratch technological tool and the teaching of basic programming concepts enables strengthening of CT in seventh grade students of an educational institution in the municipality of Cabrera, Cundinamarca, Colombia. Based on the results it was possible to determine both the improvement in the students' CT level and the marked difference between the results of the experimental group versus the control group. Likewise, it was possible to affirm that teaching programming and the implementation of this type of proposals in educational processes offer students elements that open their minds to problem solving, through creativity and logic, which enhances their learning and transforms their role within the process. Finally, it proves that it is essential to promote training processes from the first levels of education, aimed at strengthening this type of skills, through pedagogical strategies that link the use of technological tools.

Keywords: teaching; computer programming; computational thinking; basic education; Scratch

Ensino de programação através do Scratch para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino médio básico

Resumo: a formação do pensamento computacional (TC) nas novas gerações vem ganhando grande importância no campo educacional, pois fortalece o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas que surgem diariamente em diferentes cenários, com base nos conceitos da computação, no mais curto tempo possível e com resultados eficientes que levam a fazer a diferença. Este artigo é resultado de uma pesquisa quantitativa e demonstra que a implementação de uma estratégia educacional mediada pela ferramenta tecnológica Scratch e o ensino dos conceitos básicos de programação permitem o fortalecimento da PC em alunos do sétimo ano de uma instituição. de Cabrera, Cundinamarca, Colômbia. A partir dos resultados foi possível determinar tanto a melhora no nível de PC dos alunos quanto a diferença marcante entre os resultados do grupo experimento versus o grupo controle. Da mesma forma, pode-se afirmar que o ensino de programação e a implementação deste tipo de propostas nos processos educativos oferecem aos alunos elementos que abrem as suas mentes para a resolução de problemas, através da criatividade e da lógica, o que potencia a sua aprendizagem e transforma as suas papel dentro do processo. Por fim, verifica-se que é fundamental promover processos de formação desde os primeiros níveis de ensino, visando o reforço deste tipo de competências, através de estratégias pedagógicas que vinculem o uso de ferramentas tecnológicas.

Palavras chave: ensino; programação de computadores; pensamento computacional; Educação básica; Scratch

Introducción

El mundo actual es un mundo cambiante en donde diariamente se deben enfrentar diferentes situaciones académicas, laborales y demás, para las cuales se requiere de las habilidades y competencias que promueve la alfabetización tecnológica que permiten sortear los retos que se presenten en el menor tiempo posible y con resultados eficientes que marquen la diferencia. Teniendo en cuenta los requerimientos que exige la sociedad y en vista de la escasez, así como la inusitada demanda por profesionales en las ciencias de la computación en el mercado laboral a nivel mundial, se genera el término *pensamiento computacional* (PC).

El PC es un concepto que viene siendo estudiado y abordado desde diferentes campos durante los últimos años, debido a las utilidades que ofrece su estudio y aplicación, convirtiéndolo en un tema de gran tendencia, pues permite la adquisición de herramientas para la solución de problemas, basándose en los conceptos fundamentales de la computación, pero no necesariamente haciendo uso de artefactos tecnológicos. La primera noción de PC la otorgó su máxima promotora Jeannette Wing (2006), quien lo relacionó con la habilidad para entender la manera como funcionan las herramientas computacionales y resolver problemas a partir de estos principios. Más adelante, complementó este concepto indicando que el PC es el proceso de pensamiento en el que está involucrada la formulación de los problemas y sus soluciones, siendo estas eficaces, ya que pueden ser representadas por una herramienta computacional o, como dice ella, por un agente de procesamiento de información (Wing, 2011). Doderó (2012), citado en Cearreta (2015), declara que “el pensamiento computacional ayuda a cualquier persona a dar respuesta a muchas situaciones, entre otras la resolución de problemas o el análisis de los recursos disponibles para llevarla a cabo” (p. 15).

De igual forma y debido a su impacto, el PC se viene promoviendo en el escenario educativo, fomentando su desarrollo en las nuevas generaciones desde los niveles iniciales de la educación. Lo anterior obedece a que se conceptualiza como una metodología que permite desarrollar en los

estudiantes en principio habilidades y destrezas para enfrentar los retos académicos y laborales propios del siglo XXI, pero a su vez fomenta en ellos competencias como la innovación, la creatividad, el pensamiento analítico y el trabajo colaborativo, entre otras.

Con base en lo anterior, en los últimos años se han efectuado investigaciones tanto nacionales como internacionales que promueven el desarrollo del PC en los diferentes niveles educativos y a través de la implementación de diversas metodologías para la puesta en marcha de las actividades. En primera instancia, un referente es García (2019), quien logró confirmar el principio explicado por Wing (2006), cuando asevera que el PC “aporta habilidades útiles para todo el mundo, no solo para los científicos de la computación” (p. 3), y de igual manera se traslada al hecho de que cualquier persona puede enseñarlo con los recursos adecuados. Por su parte, la investigación efectuada por López (2014) permitió aclarar que desarrollar el PC no se traduce en saber programar en una herramienta tecnológica, por tanto, es necesario diseñar cuidadosamente las actividades para no incurrir en este error.

Así mismo y tratando un aspecto relevante para la promoción del PC, se destaca a Cenich (2014), quien evidenció que la selección de herramientas tecnológicas pertinentes para el proceso de enseñanza de la programación y desarrollo del PC, como lo son Scratch o RoboMind, promueven la motivación, el interés y el compromiso por el aprendizaje. También demostró la importancia de saber elegir la herramienta que será utilizada en las primeras etapas de la programación, dada la complejidad y las habilidades que se requieren con el uso de los lenguajes de programación tradicionales. Por último, Sáez y Cózar (2017) dejan ver la capacidad transversal que tiene el PC y cómo puede ser aplicado desde cualquier área del conocimiento y no solo desde la tecnología e informática, área con la que regularmente se le relaciona.

A partir de las diferentes conceptualizaciones y propuestas investigativas, el desarrollo del PC en los estudiantes de educación básica ganó importancia, dado que las diferentes prácticas lograron evidenciar que les ofrece herramientas que permiten la solución de problemas haciendo uso de los

conceptos básicos de la computación, aplicables en cualquier escenario o cualquier área del conocimiento, incluso sin hacer uso de herramientas computacionales. Esto se ratifica con lo expuesto por Wing (2008), citada en Coordinación General @prende.mx (2018), quien afirmó que “para construir bases sólidas e inclusivas para entender y aplicar el pensamiento computacional, su aprendizaje debe ser integrado a la educación básica, preferentemente a partir de los primeros años de la infancia” (p. 9). Así las cosas, se hace imprescindible iniciar estos procesos en tales niveles, teniendo en cuenta que es una competencia inmersa en todas las disciplinas del conocimiento y motiva un ciclo de retroalimentación y mejoramiento continuo entre cuestionamientos científicos, la innovación tecnológica y las demandas sociales.

Para el desarrollo de tales habilidades, existe una gran variedad de alternativas tanto desconectadas (sin uso de tecnología educativa) como digitales, estas últimas mediadas tanto por software como por hardware, entre las que se encuentran la gamificación, la programación y la robótica educativa. La programación ha sido analizada como una gran oportunidad que permite transferir conceptos y elementos, para que los estudiantes desarrollen de manera autónoma y colaborativa soluciones innovadoras a diferentes desafíos, ya que, como lo expresa Llorens (2015), citado por Cardona (2018), la programación en la escuela:

motiva a los alumnos a aprender, se adapta a los estilos de aprendizaje de cada alumno, facilita la explicación y la comprensión, desarrolla las habilidades sociales, [...] promueve la competencia digital y la alfabetización mediática, desarrolla el pensamiento lógico y matemático, permite trabajar las inteligencias múltiples, facilita el trabajo autónomo de los alumnos y fomenta la creatividad. (p. 6)

A nivel de herramientas TIC y en los niveles de educación básica, los entornos de programación por bloques se consideran los más pertinentes, ya que permiten al estudiante enfrentarse a un entorno de programación sin tener que lidiar con los problemas que se presentan con los lenguajes textuales al no conocer o identificar su sintaxis, lo que

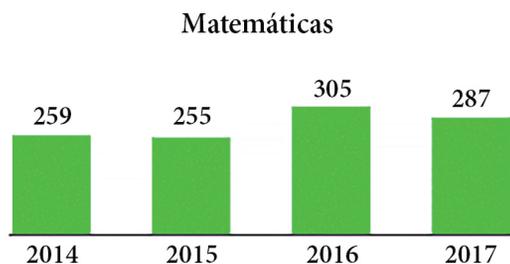
convierte el proceso de programar en algo parecido a un juego. Dentro de estos entornos, uno de los más populares es Scratch, que, debido a su sencillez y fácil interpretación, se ha posicionado como una de las herramientas más implementadas en el mundo, la cual ha demostrado ser un instrumento valioso de introducción a la programación, incluso como calentamiento previo para el aprendizaje de lenguajes de mayor complejidad (Prudencio, 2013).

Rusk, Resnick y Maloney (s.f.) afirman que Scratch apoya el desarrollo de habilidades de aprendizaje para el siglo XXI, ya que desarrolla habilidades de procesamiento de información, comunicación, pensamiento creativo y solución de problemas, mediante la creación y edición de diversos medios digitales. A medida que se avanza en el uso de esta herramienta, los jóvenes se involucran con el razonamiento crítico y el pensamiento sistémico, lo cual ocasiona un mejoramiento progresivo de su desempeño a través de la expresión creativa, para dar solución a problemas de manera experimental y repetitiva. Scratch compromete a los jóvenes en la búsqueda de soluciones innovadoras a problemas inesperados, ya que su utilización implica no solo aprender a solucionar problemas de manera predefinida, sino a estar preparado para generar nuevas soluciones a medida que los problemas se presentan.

En el contexto educativo es habitual encontrar malas prácticas pedagógicas, falta de implementación de estrategias y metodologías de enseñanza innovadoras, falta de formación docente y resistencia frente a la implementación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las diferentes áreas del conocimiento. Estas razones, junto con otras múltiples variables, han provocado un estancamiento en la formación de los estudiantes hacia las habilidades y competencias del siglo XXI. De igual manera, desde el área de tecnología e informática no se ha dado el enfoque pertinente para el desarrollo y fortalecimiento del PC, limitándose hacia la formación de sus estudiantes hacia el uso de diferentes artefactos tecnológicos y tecnologías educativas, lo que deja atrás “la idea de formar personas que no sólo sean consumidoras de tecnología sino también puedan expresarse a través de ellas” (Cenich, 2014, p. 3).

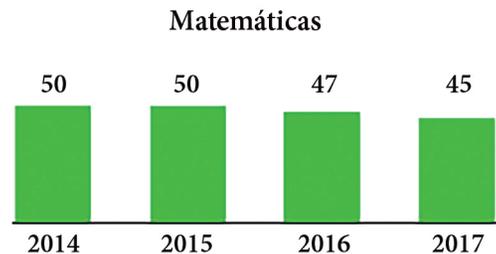
Lo anteriormente mencionado ha causado en los estudiantes apatía, falta de interés y desmotivación hacia el proceso de aprendizaje, ya que no cuentan con las habilidades que les permitan aplicar el conocimiento adquirido en la transformación de su realidad y su entorno, razón por la cual hay despreocupación y falta de expectativa. En consecuencia, los resultados académicos obtenidos en pruebas institucionales y estandarizadas no reflejan el desempeño ideal frente a habilidades para la solución de problemas, como lo son el pensamiento crítico, la lógica, el análisis secuencial y procedimental, que también hacen parte de áreas como la matemática y las ciencias, cuya naturaleza está directamente relacionada con dichas competencias. Al analizar el reporte del Índice Sintético de Calidad (ISCE) correspondiente al año 2018, el cual se puede observar en las figuras 1 y 2, se evidencia un desmejoramiento en el puntaje obtenido en el área de matemáticas tanto en la básica secundaria como en la media técnica, frente a los resultados del año 2016 (MEN, 2019).

Figura 1. Desempeño promedio del cuatrienio del grado noveno en el área de matemáticas



Fuente: Reporte del Índice Sintético de Calidad año 2018 (MEN, 2019, p. 5).

Figura 2. Desempeño promedio del cuatrienio del grado once en el área de matemáticas

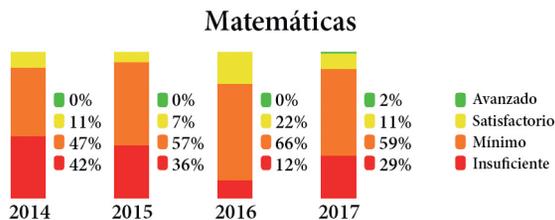


Fuente: Reporte del Índice Sintético de Calidad año 2018 (MEN, 2019, p. 8).

Continuando con el análisis del reporte, por un lado, en el grado noveno es evidente el aumento en los porcentajes de los niveles insuficiente y mínimo frente al decrecimiento de los porcentajes correspondientes a los niveles satisfactorio y avanzado, el cual se observa en la figura 3. En el grado once, como lo demuestra la figura 4, se presenta una situación similar, esta vez analizando los niveles de desempeño en la prueba saber y su distribución en cada uno de los quintiles, siendo fácil identificar el decrecimiento del porcentaje de estudiantes ubicados en el quintil 5, en el cual se ubican los mejores resultados, frente al aumento de los porcentajes en los quintiles 1 y 2, donde se ubican resultados más bajos. Para Taco (2019), estos desempeños académicos son consecuencia de la poca inclusión del PC en los currículos actuales, afirmando que:

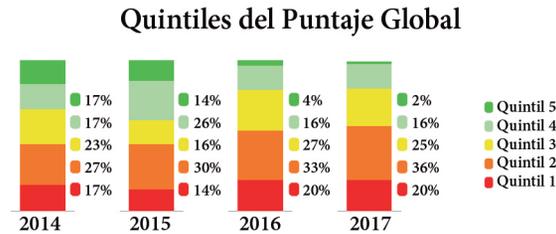
...el bajo desarrollo del Pensamiento Computacional repercutirá negativamente en la formación académica de los escolares, los cuales no solo requieren ser evaluados a través de test como el PISA, sino que requieren adquirir competencias para hacer frente a los problemas que la etapa universitaria y la vida laboral les pondrán por delante, para esto requieren desarrollar competencias y habilidades que les permitan resolver problemas utilizando para tal fin estructuras y técnicas del pensamiento computacional como las que permite obtener el uso de la herramienta de programación Scratch, por lo que su uso se debe masificar en los centros de enseñanza escolar. (p. 17)

Figura 3. Porcentajes de los niveles obtenidos en el área de matemáticas por el grado noveno en el cuatrienio



Fuente: Reporte del Índice Sintético de Calidad año 2018 (MEN, 2019, p. 6).

Figura 4. Niveles de desempeño en el área de matemáticas obtenidos por el grado once en el cuatrienio.



Fuente: MEN (2019, p. 9).

De acuerdo con lo anterior, surgió la propuesta de investigación, la cual se direccionó a partir de la pregunta: ¿la implementación de una estrategia educativa mediada por la herramienta Scratch facilitará el desarrollo del PC a través de la enseñanza de la programación en los estudiantes del grado séptimo de la educación básica secundaria de la IED Integrada de Cabrera del municipio de Cabrera, Cundinamarca, Colombia? De hecho, la propuesta se plantea debido al interés y necesidad de promover el PC desde el aula, a través de la enseñanza de la programación, en aras de fortalecer las habilidades de los estudiantes para las diferentes áreas del conocimiento y la vida en sí. El anterior planteamiento obedece a que, como se analizó, el estudio del PC permite el fortalecimiento tanto de competencias en herramientas y principios computacionales como competencias transversales que pueden tener relevancia en el desempeño académico del estudiante en las diferentes áreas del conocimiento.

La selección del entorno de programación por bloques Scratch como herramienta de apoyo se hizo teniendo en cuenta la versatilidad que ofrece en cuanto a funcionalidad para la apropiación de los conceptos, ya que es un lenguaje de programación visual que aporta muchas características propias del desarrollo del PC. De otro lado, en busca de transformar el proceso de enseñanza en el área de tecnología e informática, se planteó mejorar la práctica pedagógica a través de la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA), para la enseñanza de los conceptos básicos de programación a través de Scratch, como una alternativa complementaria dentro del proceso educativo. Tal

complemento fue propuesto teniendo en cuenta que este tipo de recursos permiten al estudiante actuar de manera más empoderada y autónoma en la gestión de su conocimiento, así como potenciar el trabajo colaborativo gracias a los múltiples canales de comunicación que las herramientas tecnológicas ofrecen. De igual modo, se propone debido a que, como lo manifiesta Serrano (2017), un docente que implemente este tipo de prácticas crea ambientes centrados en el estudiante, ayudándole a construir su conocimiento a partir de sus habilidades, experiencias y presaberes, así como transformar su rol de simple transmisor de información hacia un agente más activo y orientador dentro del proceso.

Metodología

La investigación titulada *Desarrollo del pensamiento computacional mediante la enseñanza de los conceptos básicos de programación en educación secundaria a través de la herramienta Scratch* (García Rodríguez y Jiménez Acosta, 2020), de la cual se deriva el presente artículo, se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, el cual permitió la verificación de la pregunta de investigación planteada, determinar patrones de comportamiento y establecer conclusiones a través del análisis estadístico. De igual manera, se implementó un diseño experimental puro con preprueba, posprueba, grupo experimento y grupo control, que dio la posibilidad de abordar las relaciones de causa-efecto entre las variables a definir. Por un lado, se analizó si la estrategia educativa mediada por el entorno de programación por bloques Scratch influye de manera positiva en el desarrollo y fortalecimiento de las habilidades del PC a través de la enseñanza de los conceptos básicos de la programación. De otro lado, se observó si existe diferencia significativa en el nivel de PC entre los estudiantes de ambos grupos debido al uso de la herramienta tecnológica seleccionada.

La investigación se llevó a cabo con estudiantes del grado séptimo de la educación básica secundaria de la Institución Educativa Departamental (IED) Integrada de Cabrera, en el municipio de Cabrera, Cundinamarca, Colombia. Esta IED atiende alrededor de 840 estudiantes en jornada única, de los cuales un 80 % corresponde a población rural. Están distribuidos en 19 sedes educativas, 16 de

ellas son sedes rurales multigrado, algunas de estas unitarias y catalogadas como de difícil acceso. La muestra seleccionada para la investigación estuvo conformada por un grupo de 19 estudiantes de los 83 matriculados en el grado séptimo, quienes oscilan entre los 12 y los 14 años de edad y conformaron el grupo experimento.

Conjuntamente se seleccionaron un número igual de estudiantes con características similares para conformar el grupo control. Se trabajó con una muestra no probabilística, ya que su selección obedeció a criterios estrictamente definidos causa de la situación generada por la pandemia Covid-19, lo que propició el aislamiento preventivo obligatorio y la estrategia de proceso educativo en casa, mediante la metodología presencial remota orientada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) desde marzo de 2020. A partir de lo anterior, se seleccionaron estudiantes que tuvieran acceso al equipo de cómputo en casa y que residieran en el casco urbano del municipio, para garantizar una mejor conectividad y, en consecuencia, un mejor flujo de información.

El grupo experimento se expuso a los estímulos experimentales y los comportamientos resultantes fueron comparados con los resultados del grupo control, el cual no recibió tales estímulos (Tamayo, 1999). La comparación con el grupo control permitió establecer conclusiones acerca de los efectos que tuvo la propuesta en el grupo experimental. Para llevar a cabo de manera efectiva el diseño investigativo, se aplicó preprueba y posprueba a los grupos experimento y control, lo que dio la posibilidad de “analizar la evolución de los grupos antes y después del tratamiento experimental” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014, p. 141).

Para empezar, se llevó a cabo un diagnóstico cuyo primer paso fue la aplicación de un instrumento de caracterización con el cual se pudo conocer la población. Su aplicación a los 83 estudiantes matriculados en el grado séptimo permitió individualizar la población y conocer características propias del contexto de cada uno de los estudiantes. Cabe señalar que a partir de su aplicación fue posible consolidar información para seleccionar tanto el grupo experimento como el grupo control, a partir de los criterios de selección previamente establecidos.

Con base en el diagnóstico efectuado a través de la encuesta de caracterización y con la aplicación de la preprueba, se evidenció el bajo nivel de los estudiantes frente a habilidades propias de la programación y el PC. Estos resultados fueron el punto de partida para el diseño de una estrategia educativa conformada por una serie de siete guías de aprendizaje, a través de las cuales se abordan de manera secuencial y progresiva los conceptos básicos de la programación haciendo uso de la herramienta tecnológica Scratch.

Por otro lado, para llevar a cabo la pre y posprueba se aplicó un instrumento de evaluación que permitió medir el nivel de PC en los estudiantes antes y después de la intervención. Este instrumento está diseñado para abordar a través de las diferentes preguntas los elementos que conforman las dimensiones del PC. El test está conformado por 25 preguntas cerradas de opción múltiple con única respuesta. Las primeras cinco abordan elementos inductivos del PC, tales como lógica, secuencias, diagramas de flujo entre otras. Estas cinco preguntas fueron seleccionadas de las Tareas Bebras (Bebras Tasks), años 2013 y 2016, Categoría Benjamines, la cual está propuesta para estudiantes de grado sexto y séptimo de educación secundaria. El Concurso Internacional Bebras es una prueba que se realiza cada año en diversos países de Europa, cuyo objetivo es evaluar en los estudiantes de los niveles de educación básica su desempeño en competencias informáticas y PC (Universidad del País Vasco, 2019). Las siguientes 20 preguntas fueron seleccionadas del Test de Pensamiento Computacional (TPC) construido por González (2016), el cual está diseñado para medir el nivel de desarrollo del PC de la población escolar de primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria de España, que equivale a los grados séptimo y octavo en el sistema educativo colombiano.

Finalmente, se llevó a cabo la aplicación de una encuesta de satisfacción para evaluar la intervención pedagógica y poder establecer el impacto que generó en los estudiantes la puesta en práctica de la estrategia educativa, además del uso de estas herramientas tecnológicas en sus procesos de formación. Este instrumento permitió conocer sus percepciones frente a las guías desarrolladas y

frente al uso de Scratch a partir de la experiencia. Es la evaluación de los estudiantes a la estrategia, la cual dio la oportunidad de analizar sus fortalezas y dificultades, para el planteamiento de planes de mejoramiento a posibles intervenciones futuras.

A partir de la aplicación de los diferentes instrumentos se obtuvieron los datos para llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos, conocer las características de la población y evaluar el estado de los grupos tanto antes como después de la intervención pedagógica, para verificar o no las hipótesis formuladas, evaluar desde la perspectiva de los involucrados el progreso percibido frente a las habilidades desarrolladas, así como establecer conclusiones y recomendaciones. Una vez recolectados y codificados los datos, se procedió a hacer uso de la estadística en el software Microsoft Excel, con la cual se logró dar explicaciones acerca de si la estrategia influyó de manera positiva en el desarrollo de las habilidades del PC en los estudiantes.

A las muestras obtenidas en la preprueba y posprueba de ambos grupos se les aplicó la prueba *t* de Student, que ofreció la posibilidad de analizar las diferencias entre ellos a partir de los resultados alcanzados. Como desarrollo exclusivo del artículo en aras de validar la medición de la pre y posprueba, se efectuaron tanto pruebas de normalidad como pruebas *F* de homocedasticidad a los resultados obtenidos antes y después de la intervención. Esto permitió ratificar los hallazgos de la investigación y dar un mejor sustento estadístico al tratamiento de los datos y comparación de las muestras.

Resultados

Al inicio del estudio y una vez aplicada la encuesta de caracterización, se obtuvo el balance esperado

al emprender esta investigación, lo que permitió afianzar la propuesta educativa. Estos resultados confirmaron que existen limitaciones de acceso y uso de las herramientas tecnológicas por parte de los estudiantes en su contexto familiar, siendo la IED y la clase de informática el espacio/tiempo en donde acceden a un computador, sus aplicaciones y entornos web con fines académicos, lo que causa que a pesar de ser nativos tecnológicos no tengan la experticia o habilidad en el uso de TIC. Por otro lado, se evidenció que no se ha aprovechado de la mejor manera el espacio/tiempo desde el área en mención, limitándose a la capacitación teórica y práctica en el uso de ciertos artefactos tecnológicos o herramientas de software convencionales, que en nada promueven el desarrollo de competencias o elementos propios del PC.

Efectuada y evaluada la preprueba, como se observa en la figura 5, es clara la existencia de presaberes reflejados en los aciertos de los estudiantes, que se pueden atribuir a la efectiva interpretación lectora y aplicación del sentido común y la lógica. Estos resultados, además de sorprendidos, evidenciaron que el nivel de PC en los grupos experimental y control respectivamente, aunque no es el ideal, tampoco fue nulo frente al instrumento aplicado, teniendo en cuenta que desde el área los estudiantes no han tenido una formación que promueva el desarrollo de tales habilidades. A partir de dichos resultados se efectuó una prueba de normalidad para determinar si las muestras conseguidas en ambos grupos obedecen a una distribución normal y pueden ser analizadas a partir de sus medias. Como se observa en la tabla 1, se obtuvieron para el grupo experimento y control coeficientes de curtosis $-1,36767082$ y $-0,467896745$ respectivamente, los cuales están entre el rango de valores $[-3$ y $3]$, es decir, efectivamente las muestras son normales.

Tabla 1. Prueba de Normalidad Preprueba. Grupo experimento vs. Grupo control

Preprueba Grupo Experimento		Preprueba Grupo Control	
Media	7,631578947	Media	7,578947368
Error típico	0,552561956	Error típico	0,384766881
Mediana	8	Mediana	8
Moda	6	Moda	9
Desviación estándar	2,408561727	Desviación estándar	1,67715995
Varianza de la muestra	5,801169591	Varianza de la muestra	2,812865497
Curtosis	-1,36767082	Curtosis	-0,467896745
Coefficiente de asimetría	0,032719496	Coefficiente de asimetría	-0,429410909
Rango	7	Rango	6
Mínimo	4	Mínimo	4
Máximo	11	Máximo	10
Suma	145	Suma	144
Cuenta	19	Cuenta	19
Mayor (1)	11	Mayor (1)	10
Menor (1)	4	Menor (1)	4
Nivel de confianza (95 %)	1,160889592	Nivel de confianza (95 %)	0,80836522

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Resultados prueba t Preprueba - Grupo experimento vs. Grupo control

	Grupo Experimento	Grupo control
Media	7.63157895	7.57894737
Varianza	5.80116959	2.8128655
Observaciones	19	19
Coefficiente de correlación de Pearson	0.01447677	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	0.07870249	
P(T<=t) una cola	0.4690688	
Valor crítico de t (una cola)	1.73406361	
P(T<=t) dos colas	0.9381376	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	

Fuente: elaboración propia.

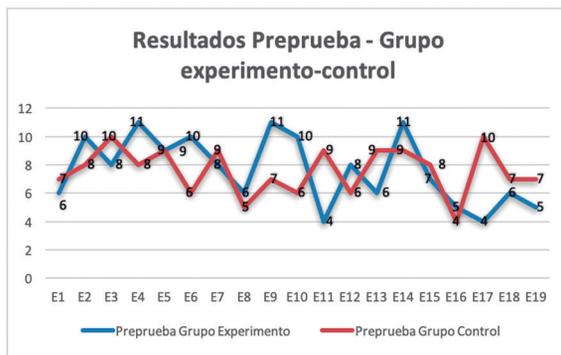
Tabla 3. Resultados prueba f Preprueba - Grupo experimento vs. Grupo control

	Grupo Experimento	Grupo Control
Media	7.631578947	7.578947368
Varianza	5.801169591	2.812865497
Observaciones	19	19
Grados de libertad	18	18
F	2.062370062	
P(F<=f) una cola	0.066997911	
Valor crítico para F (una cola)	2.217197134	

Fuente: elaboración propia.

En aras de identificar o no similitud en las características de los grupos experimento y control frente a los resultados de la preprueba, se efectuó una prueba t cuyos resultados pueden ser examinados en la tabla 2. Estos resultados evidenciaron que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, debido a que el valor obtenido de $t = 0.07870249$ es menor al valor crítico obtenido $t = 2.10092204$. Así mismo, el valor obtenido de $P = 0.9381376$ es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. De igual manera, se llevó a cabo una prueba f (homocedasticidad), con la cual se buscó analizar el comportamiento de la varianza de las dos muestras, obteniendo un valor $P = 0.9381376$ mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Este resultado expresado en la tabla 3 permitió aseverar que las muestras fueron homogéneas y tuvieron comportamientos de variabilidad similares. Con la aplicación de tales pruebas, se pudo establecer que antes de la intervención pedagógica los grupos experimento y control eran equivalentes y tenían un nivel de PC semejante.

Figura 5. Resultados Preprueba - Grupo experimento vs. Grupo control.



Fuente: elaboración propia.

Seguidamente y con base en los resultados del diagnóstico se diseñó y estructuró la propuesta pedagógica, la cual tuvo en cuenta los principios de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte, por sus siglas en inglés). Este modelo promueve el desarrollo de competencias del siglo XXI de una manera interdisciplinar, ya que, como expresan Meza y Duarte (2020), el estudiante adquiere conocimiento de una manera integrada,

permitiéndole conseguir y conectar conceptos de distintas áreas para obtener un conocimiento más amplio y con un mayor alcance, en comparación con los modelos educativos tradicionales. Sumado a esto, permite la transformación de los roles docente-estudiante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, ofreciéndole mayor protagonismo y participación al estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

El conjunto de guías fue organizado de manera secuencial, aumentando el grado de complejidad de los conceptos y recursos asociados. Son guías de fácil interpretación que pueden ser orientadas a través de un tutor, como en este caso, o de igual modo pueden ser asimiladas y ejecutadas de manera autónoma sin ser un profesional de las ciencias de la computación, como lo manifiesta Wing (2006), tanto por docentes como por educandos. Cabe aclarar que en todas las guías, haciendo uso del modelo STEAM, se aborda el desarrollo de las diferentes dimensiones y elementos del PC, aportando progresivamente al estudiante a través de las actividades planteadas, herramientas que les permiten construir sus propias secuencias instruccionales para resolver situaciones problema, lo que implica que sus ideas se modifiquen y entren en un ciclo de aprendizaje y retroalimentación continuo. El avance sobre las guías de aprendizaje le ofrece al estudiante la posibilidad de trabajar de manera autónoma, ya que debe seleccionar, conceptualizar y organizar información, para luego ponerla en práctica en la herramienta tecnológica, escenario que propicia la apropiación de los conceptos y da paso a la creatividad y formulación de soluciones a través de la lógica a los problemas planteados. De esta manera, los estudiantes llevan a cabo los procesos mentales, afectivos y psicomotores que les permiten desarrollar habilidades traducidas en un nuevo conocimiento veraz y permanente.

Las evidencias recolectadas de las diferentes actividades propuestas en las guías de aprendizaje se constituyeron como un instrumento complementario a la posprueba y aportaron información significativa acerca del proceso formativo de los estudiantes. Su evaluación deja a la luz la evolución de los estudiantes en el desarrollo de las habilidades esperadas, pues su naturaleza instruccional es clave

dentro de los conceptos de la programación y creación de algoritmos, así como los elementos implícitos en cada una de ellas, relacionados directamente con las dimensiones y elementos del PC.

El diseño y estructuración del AVA se llevó a cabo en la plataforma Moodle, el cual consta de siete unidades de aprendizaje que corresponden a cada una de las guías diseñadas. Esta propuesta se llevó a cabo en el marco del desarrollo de la investigación y se constituye como una herramienta institucional complementaria dentro del proceso de formación del área de tecnología e informática. Esta herramienta se convierte en un insumo de aprendizaje para años posteriores, ya que infortunadamente su implementación no fue posible con el grupo de estudiantes vinculados al estudio. Cabe resaltar que tanto el desarrollo de las actividades a través de Scratch como el diseño de un proceso de aprendizaje mediante un AVA ofrecen a los estudiantes la experiencia de aprendizaje significativo, les permite ser agentes activos del proceso, desarrollar de manera autónoma y colaborativa las actividades con la debida orientación docente, y potenciar su creatividad para la resolución de problemas reales.

Finalizada la intervención se procedió a la aplicación y evaluación de la posprueba, la cual permitió analizar la evolución de los grupos, compararlos

y determinar diferencias entre los resultados de uno y otro, para lograr definir si el lenguaje Scratch influye o no en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación y en el desarrollo del PC en los estudiantes. A partir de los hallazgos, se percibe que existe un mejoramiento a nivel general frente a los datos obtenidos en la preprueba. Aunque en muchas de las preguntas no se alcanzan los niveles esperados, es evidente el mejoramiento luego de incluir los conceptos básicos de la programación en la estructura curricular del área de tecnología e informática, más aún en el grupo experimental, el cual tuvo la oportunidad de desarrollar y fortalecer tales habilidades a través de Scratch.

Estos resultados demuestran el incremento en el nivel de PC tanto en el grupo experimental como en el grupo control y ratifican que mediante la implementación de este tipo de metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje del área se posibilita el desarrollo de tales habilidades en los estudiantes. Al igual que con la preprueba, los resultados de la posprueba fueron sometidos a una prueba de normalidad evidenciados en la tabla 4, cuyos coeficientes de curtosis, -0.597616309909579 y -0.404024767801858 para los grupos experimento y control respectivamente, confirman el hecho de que las muestras obedecen a una distribución normal.

Tabla 4. Prueba de Normalidad Posprueba - Grupo experimento vs. Grupo control

Posprueba Grupo Experimento		Posprueba Grupo Control	
Media	13.63157895	Media	9
Error típico	0.680602272	Error típico	0.333333333
Mediana	14	Mediana	9
Moda	11	Moda	9
Desviación estándar	2.966676523	Desviación estándar	1.452966315
Varianza de la muestra	8.801169591	Varianza de la muestra	2.111111111
Curtosis	-0.59761631	Curtosis	-0.404024768
Coefficiente de asimetría	0.287856439	Coefficiente de asimetría	-0.485821554
Rango	11	Rango	5
Mínimo	9	Mínimo	6
Máximo	20	Máximo	11
Suma	259	Suma	171
Cuenta	19	Cuenta	19
Mayor (1)	20	Mayor (1)	11
Menor (1)	9	Menor (1)	6
Nivel de confianza (95.0%)	1.429892313	Nivel de confianza (95.0%)	0.700307347

Fuente: elaboración propia.

Para verificar el incremento en el nivel del PC en ambos grupos, fueron comparados los resultados de la posprueba con los de la preprueba, llevando a cabo una prueba t y una prueba de homocedasticidad en cada uno de ellos. De acuerdo con los resultados del grupo experimento, los cuales se observan en la figura 6, se demuestra que sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de la posprueba frente a los resultados de la preprueba.

A su vez y teniendo en cuenta los resultados de la prueba t que se pueden observar en la tabla 5, el valor obtenido de $t = 13,45581003$ es mayor al valor crítico obtenido $t = 2.10092204$. Así mismo, el valor obtenido de $P = 7,8224 \cdot 10^{-11}$ es menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. De la misma manera, al analizar los resultados de la prueba f plasmados en la tabla 6, se observa que las muestras obtenidas

tienen el mismo comportamiento en variabilidad, debido a que el valor obtenido de $P = 0.192437696$ en la prueba f es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En otras palabras, son muestras homogéneas.

Figura 6. Resultados Posprueba vs. Preprueba - Grupo experimento.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Resultados prueba t Posprueba vs. Preprueba - Grupo experimento

	Preprueba	Posprueba
Media	7.631578947	13.63157895
Varianza	5.801169591	8.801169591
Observaciones	19	19
Coefficiente de correlación de Pearson	0.757447152	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-13.45581003	
P(T<=t) una cola	3.9112E-11	
Valor crítico de t (una cola)	1.734063607	
P(T<=t) dos colas	7.8224E-11	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Resultados prueba f Posprueba vs. Preprueba - Grupo experimento

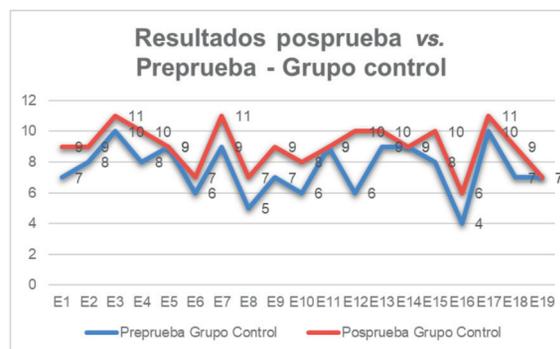
	Preprueba	Posprueba
Media	7.631578947	13.63157895
Varianza	5.801169591	8.801169591
Observaciones	19	19
Grados de libertad	18	18
F	0.659136213	
P(F<=f) una cola	0.192437696	
Valor crítico para F (una cola)	0.451019887	

Fuente: elaboración propia.

El mismo tratamiento se llevó a cabo con los resultados del grupo control y que se pueden observar en la figura 7, en aras de validar que también hubo mejoramiento en su nivel de PC, aun cuando sus integrantes no tuvieron la posibilidad de interactuar con la herramienta. Los resultados de la prueba t registrados en la tabla 7 indican que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de la posprueba y la preprueba del grupo control, teniendo en cuenta que el valor obtenido de $t = 6,088332827$ es mayor al valor crítico obtenido $t = 2,10092204$, y el valor obtenido de $P = 9,40968^{-6}$ es menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Sumado a esto y con el resultado de la prueba f que se pude analizar en la tabla 8, se logra establecer que las muestras tienen un comportamiento homogéneo en variabilidad, ya que se obtiene un valor $P = 0,27445555$, el cual es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Estos resultados confirman el hecho de que la intervención pedagógica generó una

mejora frente al nivel de PC de los estudiantes en ambos grupos a pesar de las limitaciones que se presentaron dentro del grupo control, sobre todo en la ejecución y desarrollo de las últimas guías de trabajo dada la complejidad de sus actividades.

Figura 7. Resultados Posprueba vs. Preprueba - Grupo control.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Resultados prueba t Posprueba vs. Preprueba - Grupo control

	Preprueba	Posprueba
Media	7.578947368	9
Varianza	2.812865497	2.111111111
Observaciones	19	19
Coefficiente de correlación de Pearson	0.797931317	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-6.088332827	
P(T<=t) una cola	4.70484E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.734063607	
P(T<=t) dos colas	9.40968E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Resultados prueba f Posprueba vs. Preprueba - Grupo control

	Preprueba	Posprueba
Media	7.578947368	9
Varianza	2.812865497	2.111111111
Observaciones	19	19
Grados de libertad	18	18
F	1.332409972	
P(F<=f) una cola	0.27445555	
Valor crítico para F (una cola)	2.217197134	

Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, para determinar diferencias entre las características de los grupos experimento y control frente a los resultados de la posprueba, se aplicó el mismo tratamiento estadístico a los datos finales obtenidos en cada uno de los grupos, los cuales se pueden observar en la figura 8. Los resultados arrojados por la prueba t que pueden ser examinados en la tabla 9 indican que existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de la posprueba del grupo experimental frente a los resultados del grupo control, ya que el valor obtenido de $t = 6.6$ es mayor al valor crítico obtenido $t = 2.10092204$, al igual que el valor obtenido de $P = 3.3772 \cdot 10^{-6}$ es menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. En este caso y, como era de esperarse, el resultado de la prueba f registrado en la tabla 10 arroja un valor $P = 0.002024399$, que es mucho menor al

nivel de significancia $\alpha = 0,05$, lo cual indica que son muestras heterogéneas, es decir, sus resultados varían de manera diferente.

Figura 8. Resultados Posprueba - Grupo experimento vs. Grupo control.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Resultados prueba t Posprueba - Grupo experimento vs. Grupo control

	G. Experimento	G. Control
Media	13.6315789	9
Varianza	8.80116959	2.11111111
Observaciones	19	19
Coefficiente de correlación de Pearson	0.18043874	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	6,6	
P(T<=t) una cola	1.6886E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.73406361	
P(T<=t) dos colas	3.3772E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Resultados prueba f Posprueba - Grupo experimento vs. Grupo control

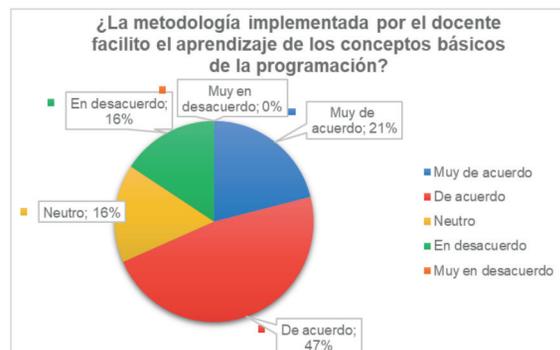
	G. Experimento	G. Control
Media	13.63157895	9
Varianza	8.801169591	2.111111111
Observaciones	19	19
Grados de libertad	18	18
F	4.168975069	
P(F<=f) una cola	0.002024399	
Valor crítico para F (una cola)	2.217197134	

Fuente: elaboración propia.

A través del análisis estadístico, los resultados permiten evidenciar que la estrategia implementada mejoró en gran medida el nivel del PC en los estudiantes del grupo experimento frente a sus condiciones iniciales. También sacan a la luz la diferencia existente entre los estudiantes de los dos grupos y dejan claro que la metodología implementada en cada uno de ellos para abordar la temática incidió directamente en los resultados obtenidos, permitiéndole al grupo experimento desarrollar de mejor manera las habilidades propuestas, a través de la herramienta tecnológica y estar por encima del nivel obtenido por el grupo control. En adición, demuestran que la implementación de este tipo de herramientas en la práctica educativa promueve la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje y ofrecen al estudiante insumos para que desarrolle destrezas de manera autónoma, a partir del ensayo y error y de la experiencia al enfrentarse a la solución de problemas, los cuales debe abordar de manera propositiva y creativa.

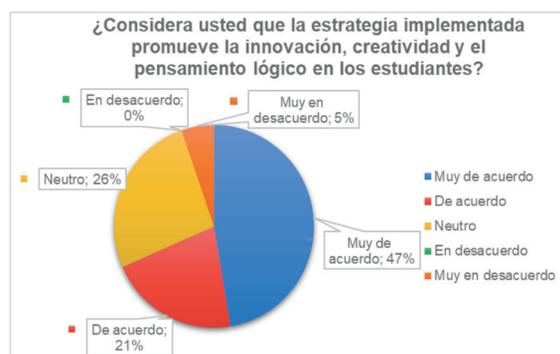
Para evaluar la intervención pedagógica desde la perspectiva de los estudiantes, se aplicó al grupo experimental una encuesta de satisfacción, con la cual se pudo conocer su opinión frente a la implementación de la estrategia y el uso de herramientas tecnológicas en sus procesos formativos. Con estos resultados fue posible evidenciar que la propuesta generó un impacto positivo y un alto grado de satisfacción en un porcentaje considerable de los estudiantes. Como se puede ver en la figura 9, el 68 % de los estudiantes consideran favorable la práctica implementada para la adquisición de nuevas competencias relacionadas con los conceptos de la programación. Así mismo, como se ve en la figura 10, queda en ellos la percepción de que la intervención pedagógica conllevó al desarrollo de habilidades como la innovación, la creatividad y el pensamiento lógico, a medida que se avanza en el aprendizaje de la programación mediante el desarrollo de las actividades propuestas.

Figura 9. Resultados de la pregunta: ¿La metodología implementada por el docente facilitó el aprendizaje de los conceptos básicos de la programación?



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Resultados de la pregunta ¿Considera usted que la estrategia implementada promueve la innovación, creatividad y el pensamiento lógico en los estudiantes?

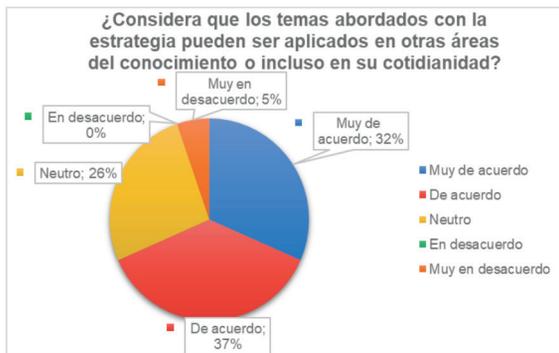


Fuente: elaboración propia.

De hecho, su apreciación muestra que la interacción con la herramienta tecnológica, así como la puesta en práctica de los diferentes conceptos teóricos, permite consolidar conceptos y habilidades de una manera más fácil y rápida; además, logra influir positivamente en el aprendizaje de la programación. Esta percepción, como se observa en las figuras 11 y 12, también señala que los estudiantes lograron apropiarse que este tipo de habilidades son totalmente

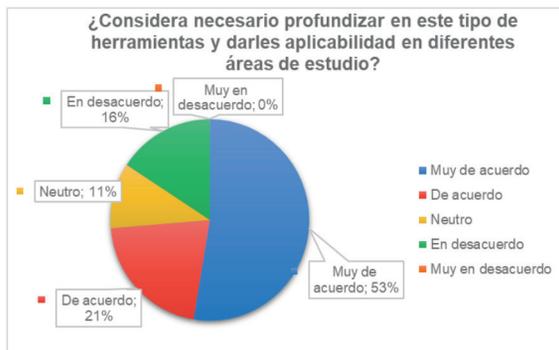
transversales y que pueden ser aplicadas tanto en su entorno educativo en diferentes áreas del conocimiento como en su cotidianidad. Los anteriores resultados confirman el éxito de la intervención, teniendo en cuenta que lo que adquieren lo globalizan y no lo ven únicamente para el desarrollo de las actividades dentro del área, sino que lo asimilan como una manera de pensar y actuar, que puede traer resultados satisfactorios en su desempeño a mediano y largo plazo.

Figura 11. Resultados de la pregunta: ¿Considera que los temas abordados con la estrategia pueden ser aplicados en otras áreas del conocimiento o incluso en su cotidianidad?



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Resultados de la pregunta 10: ¿Considera necesario profundizar en este tipo de herramientas y darles aplicabilidad en diferentes áreas de estudio?



Fuente: elaboración propia.

Discusión

La propuesta de trabajo partió de la realización de un diagnóstico que permitió conocer las características del contexto de los estudiantes, su familiarización y desempeño en el uso de herramientas tecnológicas y su nivel inicial de PC. Esta caracterización arrojó que los estudiantes tienen marcadas limitaciones en el acceso y uso de tales herramientas, ya que solo el 23 % de los matriculados en el grado séptimo posee una herramienta tecnológica en casa y acceso a Internet. Por otro lado, no hay una apropiación frente al uso conveniente y utilidad de tales herramientas para la construcción de conocimiento, lo que ha generado que las utilicen inadecuadamente en actividades de ocio y entretenimiento.

Igualmente, se observó que existe un nivel mínimo de PC en los estudiantes, tal vez producto de la lógica y sentido común innatos en el ser humano, evidenciado por los promedios de respuestas correctas obtenidos en el grupo experimento y control, los cuales corresponden a 7.63 y 7.57 respuestas correctas respectivamente. Estos promedios, si bien no son los ideales, fueron un buen punto de partida para llevar a cabo la intervención, teniendo en cuenta que se inició con dos grupos con características y desempeños semejantes. Una situación similar evidenciaron Lozano y Díaz (2019) en su propuesta, quienes, siendo más específicos, encontraron que los estudiantes manifiestan un nivel bajo-regular en cuanto a sus conocimientos sobre las computadoras, a las cuales tienen acceso únicamente en la institución educativa, y que desconocen en qué consiste la programación, así como aplicaciones de la naturaleza de Scratch.

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico, se procedió al diseño de una estrategia pedagógica mediada por la herramienta tecnológica Scratch para abordar los conceptos básicos de la programación. Comparable a lo planteado por Cenich (2014) en su proyecto, se formuló una propuesta de trabajo basada en la metodología STEAM,

en la cual se abordan los elementos inmersos en las dimensiones del PC formuladas por Brennan y Resnick (2012), que permitió a los estudiantes enfrentarse a la solución de desafíos, cuyo grado de complejidad aumentaba a medida que se avanzaba en el desarrollo de las guías. En este aspecto, se resalta el hecho de que ambos grupos alcanzan un porcentaje mayoritario en el desempeño medio en la evaluación de las actividades de aprendizaje, con un 56 % y un 55 % en los grupos experimental y control respectivamente.

Análogamente, existe una gran diferencia entre ambos grupos en los estudiantes que obtuvieron desempeño alto en el total de las siete actividades, obteniendo el grupo experimental un 27 % frente a un 6 % del grupo control. Esta diferencia se atribuye al interés y motivación en un número de estudiantes y, por supuesto, a la interacción con la herramienta tecnológica, que permitió la aplicación de lo aprendido y la validación de lo efectuado, verificando el resultado de los programas construidos. Este resultado discrepa con los hallazgos de Trejos (2018), quien en un estudio similar verificó que los estudiantes que desarrollaron las actividades de programación de manera escrita (lápiz y papel) obtuvieron mejores resultados que aquellos que resolvieron sus actividades haciendo uso de herramientas tecnológicas, y demostró la diferencia significativa entre los promedios de ambos grupos.

Con base en lo anterior, el autor propone que es muy importante retomar las formas tradicionales de enseñanza y priorizar en el fortalecimiento de los conceptos matemáticos y desarrollo de la lógica como recurso primario del programador (Trejos, 2018). En este aspecto, por un lado, se está de acuerdo con dicha postura, teniendo en cuenta que el PC propende por el desarrollo de habilidades y competencias computacionales incluso sin el uso de las herramientas tecnológicas, pero también se difiere basado en los resultados particulares del presente estudio, en el cual se pudo verificar que la posibilidad de interacción y verificación del trabajo efectuado en Scratch, además de generar motivación en los estudiantes, les permitió alcanzar mejores resultados.

Con el diseño de esta estrategia se observó que la modificación de la práctica educativa hacia el desarrollo de procesos de aula mediante metodologías activas promueve la motivación, el interés y el compromiso de los estudiantes por su proceso de enseñanza-aprendizaje. De igual manera, se ratificó la importancia de saber seleccionar la herramienta que será utilizada en las primeras etapas del aprendizaje de la programación, dada la dificultad que representa el uso de los lenguajes de programación tradicionales. Herramientas como Scratch permiten tanto conectar temáticas que generan poca motivación en los estudiantes con un entorno agradable a la vista y de fácil uso como mitigar la complejidad que demanda el término programación y todo lo que encierra su aprendizaje. Por último y de acuerdo con Sáez y Cózar (2017), quienes citan a Cózar *et al.* (2015), una propuesta como la que se planteó, que gira en torno al estudiante para la resolución de desafíos a través del PC, permite una serie de ventajas relativas a crear, participar, comunicarse y compartir.

El análisis de los resultados obtenidos en la preprueba y posprueba permitió determinar que existe un mejoramiento en el nivel de PC de los estudiantes a partir de la intervención pedagógica. Tal mejoramiento fue verificado comparando los promedios obtenidos en la posprueba con los promedios obtenidos en la preprueba de ambos grupos. Así mismo, este mejoramiento se pudo ratificar a partir de los valores obtenidos en la prueba *t* aplicada en ambos grupos, en la cual para el grupo experimento se obtuvo un valor $P = 7.8224^{-11}$ y para el grupo control un valor $P = 9.40968^{-6}$, ambos valores muy por debajo al porcentaje de riesgo de 5 %. Los anteriores resultados denotan mejoramiento en el desempeño en la prueba final respecto a la prueba inicial de cada uno de los grupos.

Este progreso, en principio, se debe atribuir al diseño de la propuesta teniendo en cuenta que a través de una metodología activa se abordaron elementos computacionales mediante los conceptos básicos de la programación, a los cuales los estudiantes no habían tenido acceso dentro de su proceso académico. De este modo, lograron tanto conceptualizarlos como ponerlos en práctica a

través de la herramienta Scratch para la resolución de problemas. Esto permite confirmar lo expuesto por Cózar *et al.* (2015), citados en Sáez y Cózar (2017), quienes también observaron que plantear un trabajo enfocado hacia los conceptos computacionales permite apropiarse de conceptos como secuencias, bucles, condicionales, eventos y demás para crear contenidos y combinarlos en la resolución de diferentes tipos de problemas, además de fomentar la capacidad de expresión y comunicación de los estudiantes.

Sumado a esto, se logró establecer que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del grupo control, el cual desarrolló la temática de una manera tradicional y desenchufada y el grupo experimento, que la implementó a través de la herramienta tecnológica Scratch. Esta diferencia se soporta en los resultados obtenidos, primero en la posprueba en donde, comparadas sus medias, se observa que el grupo experimento tiene un promedio de respuestas correctas de 13.63 y está 4 puntos por encima del promedio del grupo control, el cual es de 9. Además, se confirma tanto con el resultado de la prueba t efectuada entre el grupo experimento y el grupo control, la cual arrojó $P = 3,3772^{-6}$, como con el resultado de la prueba f, cuyo resultado fue de $P = 0.002024399$, ambos valores muy por debajo al porcentaje de riesgo de 5%, con lo cual se demostró la heterogeneidad de las muestras.

La diferencia existente entre los resultados de los dos grupos evidencia que el grupo que tuvo acceso a la herramienta tecnológica demostró una mejor apropiación de las temáticas y avance sobre estas. Este desempeño se atribuye a que la herramienta, junto con un componente pedagógico debidamente estructurado, permite al estudiante tomar un rol protagónico, convirtiéndolo en gestor activo de su proceso de formación, generándole un sinnúmero de posibilidades que pueden ser testeadas mediante el ensayo y error, propio de la metodología STEAM. En otras palabras, promueve un aprendizaje significativo en donde el estudiante aprende haciendo, lo cual coincide con lo expresado por Ortiz (2013), quien afirma que en la mayoría de investigaciones en diferentes partes del mundo los estudiantes experimentan un

aprendizaje significativo a través de un uso apropiado de las TIC.

Conjuntamente, se evidenció un mejoramiento en el desempeño del grupo control, observado a través del análisis de sus resultados individuales en la preprueba y posprueba. Dicho análisis permite afirmar que para el desarrollo de este tipo de habilidades a través de la programación es indispensable proponer estrategias que combinen la parte teórica y práctica, en donde los estudiantes tengan la posibilidad de aplicar a través de una herramienta tecnológica lo conceptualizado previamente. El aprendizaje de la programación demanda una serie de elementos teóricos de cierta complejidad que requiere espacios de explicación magistral y desenchufada para la comprensión de los conceptos, que luego deben ser puestos en práctica en la herramienta tecnológica.

Lo anterior destaca nuevamente la importancia de las TIC dentro de la gestión académica, ya que, además de transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ofrecen a los estudiantes la experiencia de un aprendizaje significativo y potencia su creatividad para la resolución de problemas, lo cual hace que se interesen y participen activamente en su proceso formativo para construir sus propios saberes. Esta apreciación respalda la afirmación de Prieto *et al.* (2011) citado en Hernández (2017), quienes aseveran que las TIC implementadas apropiadamente se pueden convertir en recursos valiosos para el aprendizaje y alcanzar a estudiantes con competencias personales y profesionales idóneas para el desarrollo de un país.

Finalmente, fue posible evaluar la intervención pedagógica a partir de la percepción de los estudiantes, cuyos resultados permitieron encontrar apropiación y motivación hacia este tipo de estrategias. Un 68% de los estudiantes afirman que la estrategia facilitó el aprendizaje de los conceptos básicos de la programación en un entorno de programación por bloques, como lo es Scratch. Para el 85% de los estudiantes, Scratch es una herramienta pertinente para iniciarse en el mundo de la programación, gracias a su fácil comprensión y usabilidad, además de su interfaz gráfica llamativa.

Adicional a esto, la implementación de la propuesta y la percepción del mejoramiento progresivo

mediante el desarrollo de las guías de aprendizaje sumado a los resultados de la pre y posprueba, les hizo entender la importancia de desarrollar este tipo de destrezas y les generó la necesidad de fortalecerlas. Esto se sustenta con un 74% de los involucrados, quienes consideraron importante la profundización y uso de este tipo de herramientas para generar nuevas competencias, conscientes de su aplicabilidad en diferentes áreas de estudio y en su cotidianidad.

Se recomienda en principio la revisión del horizonte institucional a partir del Proyecto Educativo Institucional (PEI) y la Autoevaluación Institucional Anual, que permita una reestructuración de las políticas institucionales frente a la implementación de TIC en el aula, en aras de que se convierta en un proceso institucional y no que esté ligado únicamente a acciones aisladas en ciertas áreas y proyectos. Los anteriores resultados confirman la imperativa necesidad de transformar la clase tradicional, rediseñando y evolucionando hacia metodologías que incluyan el uso de nuevos modelos y la utilización de tecnología, verificando lo evidenciado por Banoy (2020), en cuyo estudio los involucrados están totalmente de acuerdo y recomiendan emplear herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en aras de incrementar su nivel de motivación, aspecto con el que guarda una relación directa, y a partir de esta potenciar el aprendizaje autónomo. También se requiere una revisión curricular no solo en el área de tecnología e informática, sino en todas las áreas del plan de estudios, que propendan por la inclusión de nuevas estrategias de enseñanza y evaluación que impliquen el desarrollo de actividades incluso desenchufadas, que, además de desarrollar las competencias propias de cada área, logren desarrollar otro tipo de habilidades de orden superior, como lo es el PC.

Finalmente, es imprescindible promover procesos de formación docente en el desarrollo del PC en los diferentes niveles educativos, que permitan la inclusión de actividades que promuevan estas habilidades desde los primeros niveles de la educación, ya sea a través de Scratch u otras herramientas tecnológicas. Se sugiere desde el área continuar incluyendo la enseñanza de la programación en el

plan curricular, haciéndolo extensivo a los diferentes grados, modificando el nivel de complejidad y proponiendo el uso de otras herramientas y lenguajes de programación de acuerdo con la edad y desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Conclusiones

La propuesta de investigación permitió demostrar que la implementación de una estrategia educativa mediada por el entorno de programación Scratch aportó significativamente al desarrollo y fortalecimiento de las habilidades del PC a través de la enseñanza de los conceptos básicos de la programación en los estudiantes del grado séptimo de la educación básica secundaria. Los resultados guardaron coherencia con las hipótesis formuladas y verificaron que el uso de la herramienta tecnológica tiene una influencia positiva en el fortalecimiento de tales habilidades. A través del análisis del promedio de número de preguntas correctas obtenidas por los estudiantes del grupo experimento en la posprueba versus los resultados de la preprueba, se pudo observar el incremento en el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas haciendo uso de habilidades y conceptos computacionales.

Sumado a esto, se comprobó un leve mejoramiento en el desempeño del grupo control, mediante el análisis del promedio de número de preguntas correctas obtenidas por sus integrantes en la posprueba comparados con los alcanzados en la preprueba. Esto permitió concluir que introducir este tipo de contenidos en la estructura curricular del área genera un aporte significativo al desarrollo de tales competencias tan requeridas en la sociedad del siglo XXI. Así mismo, reafirma que el hecho de desarrollarlas a través de una herramienta tecnológica permite que se conceptualicen de mejor manera y genera un alto grado de significancia en los estudiantes, pues les da la oportunidad de ponerlas en práctica a través de la resolución de pequeños problemas.

Se confirmó la hipótesis de que existe diferencia significativa entre los resultados de ambos grupos, cuyo principal aspecto diferencial fue el uso de la herramienta tecnológica. También dejó a la luz que

el grupo experimento, el cual tuvo acceso a ella, está por encima en cuanto a desempeño y rendimiento según los resultados obtenidos. Sin embargo y teniendo en cuenta los hallazgos de Trejos (2018), valdría la pena investigar diferentes metodologías que proporcionen a los estudiantes conceptos que les permitan acudir a las matemáticas como recurso primario para la programación y la solución de problemas, en aras de lograr en ellos una mentalidad más amplia para el planteamiento de dichas soluciones, liberándolos del condicionamiento que implica el uso de la tecnología en estas áreas.

En cuanto a la herramienta tecnológica seleccionada, como lo fue el software de programación por bloques Scratch, fue una elección adecuada, ya que ofreció posibilidades educativas a través de un entorno que hace que la programación sea más atractiva y accesible para los estudiantes que se enfrentan por primera vez a aprender a programar. Mediante su uso los estudiantes obtienen una experiencia de aprendizaje en un entorno visual por bloques dinámicos y los motiva a realizar el seguimiento de su propio progreso, produciendo el desarrollo de habilidades mentales sin necesidad de saber de programación. Como lo afirma Rodríguez (2017), cada vez son más las herramientas que trabajan la programación informática, aunque en la actualidad la herramienta más destacable es Scratch, esto debido a su entorno amigable y su fácil usabilidad, ya que, como lo manifiestan Resnick *et al.* (2009), es una herramienta que permite programar a través de bloques para evitar la posibilidad de cometer errores en la escritura, comunes en los lenguajes de programación textuales.

En cuanto a los objetivos propuestos, se puede concluir que fueron alcanzados, teniendo en cuenta que se logró aplicar un instrumento de evaluación que permitió medir el nivel inicial de PC de los estudiantes y conocer las características iniciales previas a la intervención. De igual manera, se pudo diseñar una propuesta basada en la metodología STEAM, que abordó de manera conceptual y práctica los conceptos básicos de la programación, inmersos en los elementos del PC, para enfrentar a los estudiantes a la solución de desafíos en la herramienta Scratch, mediante la aplicación de lo conceptualizado previamente.

De igual manera, se logró evaluar nuevamente el nivel del PC en los estudiantes, cuyos resultados evidenciaron tanto la evolución de los grupos luego de la intervención pedagógica como las diferencias entre los grupos experimento y control. De acuerdo con lo mencionado, se afirma que el objetivo general del proyecto se cumplió, dado que las actividades planteadas a través de la estrategia educativa permitieron un mejoramiento en el nivel de PC y el aprendizaje de los conceptos básicos de la programación. Además, se logró establecer que el uso de la herramienta Scratch influencia de manera positiva el desarrollo de este tipo de habilidades.

Del mismo modo y a partir de la percepción de los estudiantes acerca de la propuesta, evidenciada en la evaluación de satisfacción, se logró establecer que la intervención generó un impacto positivo y un alto grado de satisfacción en un porcentaje considerable de los estudiantes, quienes lograron comprender la importancia de desarrollar este tipo de competencias, observando su utilidad no solo dentro del área de estudio sino para la vida en general. También estuvieron de acuerdo en que esta práctica les permitió despertar su creatividad y actuar de manera analítica, mediante la exploración autónoma de la herramienta, permitiéndoles realizar modificaciones a las prácticas propuestas y diseñar sus propios programas a partir de lo trabajado en las sesiones de aprendizaje. Su interacción con Scratch a través del componente pedagógico ha generado en ellos la necesidad de profundizar en el uso de este tipo de herramientas tecnológicas y en el desarrollo de dichas competencias de forma transversal en diferentes áreas de estudio.

En resumen, es claro que con las acciones implementadas y los resultados obtenidos se alcanzaron los objetivos propuestos, además de satisfacer la pregunta de investigación que marcó el inicio y la ruta metodológica de la investigación. Se hace necesaria la implementación y fortalecimiento de metodologías similares en la práctica educativa, tanto en el área de tecnología e informática como en las demás áreas de estudio. Este tipo de propuestas pedagógicas permiten transformar los procesos en el aula, pues ofrecen al estudiante insumos para que desarrolle habilidades que le faciliten enfrentarse a la solución de problemas, los cuales debe

abordar de manera propositiva, creativa y cíclica a través de ensayo-error.

Finalmente, como lo manifiesta García (2019) en sus hallazgos, este tipo de metodologías son atractivas y eficaces, primero, porque permiten involucrar a los alumnos hacia el logro de los resultados de aprendizaje y, segundo, porque da a los docentes la posibilidad de trabajar de una forma diferente, práctica, y ajustada a la realidad, los contenidos de sus asignaturas, gracias al componente transversal que propone el PC y la programación como metodología de desarrollo.

Agradecimientos

Al magíster Luis Alberto Jiménez Acosta, coautor del proyecto *Desarrollo del pensamiento computacional mediante la enseñanza de los conceptos básicos de programación en educación secundaria a través de la herramienta Scratch*, del cual se derivó la realización del presente artículo. Al Magíster Néstor Anaya Chávez, director del proyecto, por su pertinente orientación en el trabajo de investigación. A los asesores Dra. Nelly Milady López Rodríguez y magíster Juan Sebastián Castañeda Suárez, por su acompañamiento y valiosos aportes en el proyecto *La investigación en la escuela y el maestro investigador de Colombia*.

Referencias

Banoy Suárez, W. (2020). El uso pedagógico de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su influencia en el aprendizaje significativo de estudiantes de media técnica en Zipaquirá, Colombia. *Academia y Virtualidad*, 12(2), 23-46. <https://doi.org/10.18359/ravi.4007https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/4007/3624>

Bebras Contest. (2019). *Bebras Contest*. <https://bebras.edu.es/index.php>

Brennan, K. y Resnick, M. (2012). Nuevos marcos para estudiar y evaluar el desarrollo del pensamiento computacional. *Annual American Educational Research Association Meeting*. Vancouver. <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>

Cardona Cardona, A. (2018). *Propuesta de una actividad de programación con Scratch basada en textos literarios para la Educación Secundaria Obligatoria*. <https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/148859>

Cearreta Urbieto, I. (2015). *Scratch como recurso didáctico para el desarrollo del pensamiento computacional de los alumnos de secundaria y bachillerato en la asignatura de informática y como recurso transversal en el resto de asignaturas*. Zumaia. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3150>

Cenich, G. (2014). Una propuesta para la enseñanza de programación en la Escuela Secundaria. *I Encuentro Internacional de Educación*. Tandil-Argentina. <https://www.researchgate.net/publication/267980016>

Coordinación General @prende.mx. (30 de noviembre de 2018). *Propuesta del Marco de Referencia del Pensamiento Computacional en educación básica*. <https://www.gob.mx/aprendemx/documentos/propuesta-del-marco-de-referencia-del-pensamiento-computacional-en-educacion-basica>

García Luengo, F. J. (2019). *Propuesta de introducción de la programación en 6º curso de educación primaria*. Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38147/TFG-L2475.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García Rodríguez, A. y Jiménez Acosta, L. A. (2020). *Desarrollo del pensamiento computacional mediante la enseñanza de los conceptos básicos de programación en educación secundaria a través de la herramienta Scratch*. (Tesis de maestría). Universidad de Santander, Bucaramanga.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Mc Graw Hill.

Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: retos y perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>

López García, J. C. (2014). *Actividades de aula con Scratch que favorecen el uso del pensamiento algorítmico*. Cali. <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/tesis-juan-carlos-lopez.pdf>

Lozano Cubas, R. A. y Diaz Sagástegui, G. A. (2019). *Uso de las aplicaciones Code.ORG y Scratch para el aprendizaje de programación en los estudiantes del 5º y 6º grado de EBR del C. E. N.º 82099 de la Provincia de San Pablo*. Cajamarca, Perú.

MEN. (2019). *Reporte de la Excelencia 2018*.

Meza González, H. y Duarte Abarca, H. (2020). La metodología STEAM aplicada en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. *Memoria: una nueva mirada en la mediación pedagógica al encuentro con el sentido del aprendizaje en los procesos educativos* (pp. 105-128). San José, C. R. <https://www.jadecr.com/librosdigitales//libroeducativo/HTML/104/>

Ortiz Cañón, E. L. (2013). *La incidencia de los estilos de aprendizaje en el aprendizaje de las matemáticas*

- usando Recursos Educativos Abiertos (REA) en los estudiantes de 4º. y 5º. de primaria de la Escuela Rural Mercadillo, municipio de Pandí, Cundinamarca, Colombia.* Fusagasugá.
- Prudencio, M. (2013). Scratch. *Linux-Magazine* (28), 78-82. https://ciberinnova.edu.co:10004/archivos/conbr/Informativa/Grado_7/Guia4/documentos/scratch.pdf
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 62. <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>
- Rodríguez, M. (2017). Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 45-64. <https://doi.org/10.17345/ute.2017.2.1820>
- Román González, M. (2016). *Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). España.
- Rusk, N., Resnick, M. y Maloney, J. (s.f.). Desarrollando con Scratch habilidades de aprendizaje para el Siglo XXI. <http://www.eduteka.org/articulos/ScratchSigloXXI>
- Sáez López, J. M. y Cózar Gutiérrez, R. (2017). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educación*, 53(1), 129-146. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342149105008>
- Serrano Velosa, C. A. (2017). *Diseño de un ambiente virtual como apoyo al aprendizaje de operadores mecánicos en el grado 5º del Colegio General Santander.* Bogotá. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6484/1/SerranoVelosaCarlosAlberto2017.pdf>
- Taco Coayla, R. A. (2019). *Influencia del programa Scratch en el pensamiento computacional en estudiantes del nivel primario de la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Alférez Mariano Santos Mateos.* Tacna, Perú. <http://200.48.211.55/bitstream/UPT/1015/1/Taco-Coayla-Renzo.pdf>
- Tamayo Tamayo, M. (1999). *Serie Aprender a Investigar - Módulo Dos: La investigación.* Afro Editores LTDA.
- Trejos Buriticá, O. I. (2018). Ejercicios en computador vs. ejercicios en papel para enseñar a programar: un estudio comparativo. *Avademia y Virtualidad*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.18359/ravi.2927>
- Universidad del País Vasco. (2019). *Bebras Contest.* <https://bebras.ehu.eus/index.php>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Wing, J. (2011). Computational Thinking What and Why? *thelink.* <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-And-Why.pdf>