

Estrategias metodológicas para la implementación del enfoque STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño

Yaneth Chía Fuentes

Institución Educativa Integrado Joaquín González Camargo
Sogamoso- Boyacá, Colombia
yaneth.chia@integradojgc.edu.co

Resumen

Implementar el enfoque educativo STEM surge de la necesidad de transformar la práctica educativa en las aulas, con miras a afrontar los desafíos que exige un mundo en constante cambio y avance acelerado de la tecnología. Con el enfoque educativo STEM se espera que los estudiantes de hoy desarrollen una conexión profunda con disciplinas como las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, que les permita dar solución a problemas del entorno, apuntando al logro de objetivos de desarrollo sostenible. La presente investigación de enfoque cuantitativo, con metodología experimental y diseño descriptivo se desarrolló con un grupo de estudiantes de secundaria, de la Institución Educativa Integrado Joaquín González Camargo, Sogamoso- Boyacá. Las estrategias metodológicas propuestas involucran a los estudiantes en la ejecución de proyectos interdisciplinarios, que les permiten usar herramientas tecnológicas y de programación, conducentes a fomentar la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Las estrategias parten de la adquisición de conceptos básicos, mediante la implementación de actividades desconectadas (sin contacto con la tecnología) que buscan la comprensión de conceptos complejos de programación. Posteriormente, se llevó a los estudiantes a explorar herramientas tecnológicas para la programación conectada. Finalmente, mediante el desarrollo del pensamiento computacional y de diseño, se motivó a los estudiantes a diseñar y construir prototipos robóticos que den solución a alguna problemática asociada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Las estrategias impulsadas permitieron a los estudiantes pasar de ser solo consumidores para llegar a ser productores de tecnología, autores de cambio, transformación y evolución.

Palabras clave: pensamiento computacional, pensamiento de diseño, competencias del siglo XXI, programación.

Introducción

La ONU (2015), a través de la iniciativa de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), reconoce la importancia de brindar una educación de calidad y la inclusión digital, para permitir formar ciudadanos capaces de enfrentar los retos del mundo digital de manera efectiva y creativa. El enfoque educativo STEM, en sus siglas en inglés (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), surge como una propuesta pedagógica, cuyo objetivo es buscar conexiones para la enseñanza de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, para

potenciar los pilares para el desarrollo del pensamiento computacional, pensamiento de diseño y las competencias tecnológicas del siglo XXI. En este sentido, la implementación del enfoque educativo STEM se ha convertido en un desafío para la educación de niños y jóvenes en la escuela, siendo las metodologías de pensamiento computacional y pensamiento de diseño alternativas clave para su desarrollo.

Los planteamientos de los pioneros del pensamiento computacional, Seymour Papert (1980) con la teoría del construccionismo, y Jeannette Wing (2006), establecen la necesidad de enseñar el pensamiento computacional a niños desde la escuela, así como se enseña la lectura, escritura y pensamiento matemático.

La presente investigación de enfoque cuantitativo, con metodología experimental y diseño descriptivo, se enfoca en analizar el desarrollo de los cinco pilares fundamentales para el desarrollo del pensamiento computacional como; (1) la abstracción, (2) reconocimiento de patrones, (3) el pensamiento algorítmico, (4) descomposición y (5) evaluación, en un grupo de estudiantes de secundaria, de la Institución Educativa Integrado “Joaquín González Camargo”.

La propuesta plantea una serie de estrategias metodológicas, para implementar el enfoque educativo STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño. En primer lugar, se propone una serie de actividades desconectadas (sin contacto con la tecnología), mediante el desarrollo de actividades lúdicas, para facilitar la comprensión de conceptos básicos y complejos de programación. Posteriormente mediante el desarrollo de actividades conectadas, con el uso de las plataformas, Makecode.org. y Thinkercad, los estudiantes inician sus primeros pasos hacia lo programación con bloques.

El uso de estas plataformas motiva al estudiante a resolver, mediante la programación, problemáticas del entorno real, con el fin de fortalecer la formación de ciudadanos creativos, críticos y propositivos en el ámbito tecnológico, enfocados en el desarrollo de sus comunidades de manera sostenible.

Justificación

En la actualidad, la sociedad requiere un sistema educativo que pueda formar a estudiantes, capaces de enfrentarse a los nuevos retos de la cuarta revolución industrial y las nuevas competencias del siglo XXI, hacia la sensibilización e importancia sobre el cuidado del medio ambiente, el cambio climático y su relación con el desarrollo de los países, sus avances tecnológicos y los límites que se deben establecer entre lo físico, lo biológico y lo digital. Debe plantarse un cambio en la realidad educativa, ya que se proyecta que en unos 20 años muchas profesiones y puestos de trabajo, se transformarán o definitivamente desaparecerán. Por esta razón, es urgente, transformar los currículos escolares, donde la educación STEM, garantiza el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Desarrollar las habilidades STEM a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño, son esenciales para el éxito del mundo actual. La creciente demanda de trabajadores con habilidades en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas han llevado una mayor atención en la implementación del enfoque STEM en la educación, sin embargo, para implementar el enfoque educativo STEM de manera efectiva, es necesario desarrollar habilidades asociadas al pensamiento computacional y de diseño, para implementar procesos de ingeniería en la escuela. Estas habilidades no sólo son esenciales en campos relacionados

con la tecnología, sino también en muchos otros campos, incluyendo el cuidado del medio ambiente y las artes. En consideración de aquello, este proyecto de investigación sobre la implementación del enfoque STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño proporciona una valiosa contribución de modelo a seguir para la implementación del enfoque STEM, en las aulas de clase.

En la actualidad, existe una creciente demanda de profesionales capacitados en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para el mercado laboral. Una de las formas de asegurar que los estudiantes de educación secundaria estén preparados con las competencias del siglo XXI, es la implementación del enfoque STEM en la escuela. Además, el desarrollo del pensamiento computacional aplicado en el pensamiento de diseño les permitirá a los estudiantes desarrollar la creatividad y el pensamiento crítico en su vida diaria. Esto es posible ya que podrán resolver problemas de manera efectiva, utilizando la tecnología y las herramientas digitales que utilizan en su cotidianidad. Además, les permitirá contribuir de manera significativa al progreso y la innovación en diferentes áreas, posicionándose como personas que influyen en los desafíos y necesidades locales de su entorno. La implementación del enfoque STEM ayudará a mejorar la equidad educativa, ya que, este se enfoca en brindar acceso a una educación de calidad a todos los estudiantes. Esta propuesta es relevante socialmente porque ayuda a preparar a los estudiantes para el futuro y mejora la equidad educativa en todo el mundo.

Marco de referencia

Seymour Papert (1980), fue el creador de la teoría del construccionismo en la educación. Él se consideraba seguidor de la teoría constructivista del aprendizaje de Jean Piaget, quien, plantea que la inteligencia individual del niño se logra cuando el niño aprende interactuando con su entorno. Bajo las teorías de Piaget en 1963, Papert, desarrolla su propio enfoque, conformando lo que él denomina construccionismo (Atencio de la Rosa et al., 2020). En la teoría del construccionismo Papert defiende que cada niño puede desarrollar su pensamiento de una manera propia, individual y distinta a las demás personas. Seymour Papert (1980), plantea que la construcción del aprendizaje a través de la experiencia es lo que se consigue mediante el desarrollo del pensamiento computacional en las áreas STEM. Papert, (1980), publica el libro “Desafío a la mente computadoras y Educación”, donde propone que la estrategia de enseñar a programar en las escuelas, produce grandes beneficios para ayudar a transformar la inteligencia individual de los niños, gracias al construccionismo del aprendizaje.

Otra pionera que desarrolla una teoría importante sobre la importancia de desarrollar el pensamiento computacional en niños desde la educación primaria y secundaria es Jeannette Wing (2006), quien publicó un artículo sobre pensamiento computacional, donde argumenta que esta nueva competencia debía ser incluida en toda la formación de niños y niñas, siendo tan importante como aprender a leer, escribir y las matemáticas. Jeannette Wing (2011), agrega que el desarrollo del pensamiento computacional desarrolla la capacidad de definir, comprender y resolver problemas, favoreciendo el uso del razonamiento en diferentes niveles de abstracción, comprensión, aplicación y automatización.

A continuación, se presentan, algunas estrategias para el desarrollo del pensamiento computacional: en primer lugar, las actividades desconectadas, que son llamadas así, porque

el estudiante no tiene acceso a ninguna herramienta tecnológica, adicionalmente no tienen ningún conocimiento previo sobre conceptos básicos de programación. Esta estrategia reduce la carga cognitiva y hace más fácil la comprensión de conceptos complejos. Existen varias prácticas pedagógicas que pueden ser integradas en el currículo, para desarrollar el pensamiento computacional, entre ellas tenemos:

Las actividades desconectadas

Gracias al desarrollo de estas actividades, se puede lograr en los estudiantes la comprensión de algunos conceptos relacionados al pensamiento computacional, previo a la utilización de alguna herramienta tecnológica. Se llaman actividades desconectadas porque se realizan sin el uso de la tecnología. Los primeros registros de actividades desconectadas se encuentran en Tim Bell (1997), en su publicación *“Computer Science Unplugged “Actividades fuera de línea para todas las edades.* Gracias al desarrollo de estas actividades desconectadas se logra reducir la carga cognitiva en los estudiantes, enfocándonos en elementos importantes de la actividad sin los factores ajenos de la tecnología.

Las actividades desconectadas permiten a las escuelas que no tienen ningún tipo de tecnología, básica o infraestructura tecnológica como electricidad, internet o computadores, desarrollar ambientes de aprendizaje que fomenten el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional. Rodríguez et al (2017), argumentan que este tipo de actividades, despiertan el interés en la informática por parte de los estudiantes, ya que estas actividades se desarrollan mediante juegos y actividades lúdicas, así mismo, las actividades desconectadas pueden ser kinestésicas, atractivas y accesibles para estudiantes sin computadoras. Del mismo modo Iglesias & Bordignon (2021), en su trabajo *“Taxonomía del pensamiento computacional desconectadas”*, afirman que la estrategia de actividades desconectadas en los niños y jóvenes está compuesta por actividades que no requieren tecnología, ni conocimientos complejos relacionados a la programación. Además, propone una taxonomía, que facilita la comprensión y análisis de las actividades desconectadas, con el fin de ayudar al docente a implementar estas estrategias, promoviendo la apropiación docente y motivación hacia el aprendizaje de la programación.

Las actividades conectadas

En segundo lugar, la estrategia con actividades conectadas plantea el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo del pensamiento computacional. En la actualidad, existen diversas plataformas con diversas herramientas, que permiten mediante la programación en bloque facilitar el desarrollo del pensamiento computacional de niños y jóvenes, con escasos conocimientos previos en programación. Dentro de estas herramientas digitales de uso gratuito, podemos mencionar: Makecode.org, Thinkcad, Scratch, Python, entre otros. Para el desarrollo de las estrategias metodológicas, se propuso el uso de la plataforma: Make.code.org, y Thinkercad, ya que estas plataformas, con el uso de la tarjeta Micro: bit, la tarjeta Arduino y componentes electrónicos, facilitan el aprendizaje de programación por bloques y aporta mucha ayuda a niños y jóvenes que están realizando sus primeros proyectos en programación.

Pensamiento de diseño

El pensamiento de diseño en educación tiene sus raíces en la teoría y práctica del diseño en general, pero hay varios educadores y teóricos que han sido fundamentales en la popularización y aplicación del pensamiento de diseño en la educación. Uno de los pioneros en este campo fue el educador y diseñador estadounidense John Dewey (1916), quien, en la primera mitad del siglo XX, desarrolló una teoría de la educación centrada en el aprendizaje activo y la experiencia práctica. Dewey creía que los estudiantes debían participar activamente en la resolución de problemas y la aplicación de conceptos en situaciones reales y que los maestros, debían actuar como facilitadores del aprendizaje más que como transmisores de la información.

Otros actores importantes en el ámbito del pensamiento de diseño fueron Ann Brown (1992), Allan Collins (1990, 1992), quienes han desarrollado una metodología denominada “Design-Based Research”, que combina la investigación académica con la práctica del diseño para abordar problemas complejos en la educación. En la actualidad, muchos otros educadores y diseñadores están aplicando la metodología de pensamiento de diseño en la educación y se están desarrollando nuevas teorías y prácticas para mejorar la calidad y la eficacia de la educación en todo el mundo. Por otro lado, el educador alemán Horts Rittel (1960), propuso la idea de “Wicked problems”, como una forma de describir los problemas complejos e interconectados que enfrentan las sociedades modernas y que requieren un enfoque de diseño para su solución (Crowley et al., 2017). Rittel (1960) argumentó que estos problemas no pueden ser resueltos mediante la aplicación de soluciones técnicas simples, sino que requieren un enfoque de diseño que tenga múltiples perspectivas y que involucren diferentes partes interesadas en un proceso colaborativo de resolución de problemas.

Enfoque educativo STEM

La Educación con el enfoque STEM se plantea como una alternativa eficaz para impulsar el desarrollo del pensamiento computacional y de diseño en el aula. El enfoque STEM se fundamenta en principios del constructivismo (Bruning et al., 2004), por esta razón, la pedagogía de la Educación STEM se centra en el estudiante y en el conocimiento. Cuando se integra la educación STEM en el aula, se fomenta un entorno de interacción social (Bransford et al., 2000), donde la conexión entre saberes, la tecnología y la ingeniería se aplican en contextos relevantes para los estudiantes. El hecho de construir con nuevo conocimiento es más eficaz cuando los estudiantes están involucrados en la construcción de objetos que les son significativos.

Botero (2018) plantea que la educación en ámbitos STEM debe ser una prioridad en la formación de los estudiantes, ya que estas áreas son fundamentalmente importantes para el desarrollo económico y social de un país. Él afirma que la educación en STEM debe comenzar a edad temprana, para fomentar un interés en la ciencia y la tecnología, que debe ser accesible y atractiva para todos los estudiantes. Botero también enfatiza la importancia de la formación de docentes altamente capacitados y motivados, para liderar la educación STEM, para que logren ayudar a preparar a los estudiantes para el futuro y contribuir al progreso social y desarrollo sostenible.

Sumado a esto, Sanders (2009) plantea que el enfoque educativo STEM, se centra en la promoción de espacios para enseñar a los estudiantes habilidades críticas en ciencia,

tecnología, ingeniería, matemáticas. Esta idea sostiene que los estudiantes que aprenden habilidades técnicas fundamentales, pueden aplicar estas habilidades a una gran diversidad de escenarios y por tanto tener más éxito en la vida. La educación en STEM ofrece a los docentes la manera de explorar la enseñanza y el aprendizaje de las áreas STEM con un enfoque interdisciplinario y que demanda que los estudiantes busquen conexiones de todos los conocimientos adquiridos para dar soluciones a problemáticas identificadas en el entorno escolar o de la comunidad.

La educación en STEM, se trata de un enfoque interdisciplinario que utiliza la experiencia práctica para la enseñanza de conceptos técnicos, es así que Sanders (2009) sugiere que alentar a los estudiantes a trabajar en equipo para resolver problemas complejos ayuda a desarrollar habilidades y actitudes cruciales para enfrentar los desafíos futuros en el mundo real, como la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración. La teoría de Sanders sostiene que la educación con enfoque STEM, es esencial para preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos y ser exitosos en una sociedad cada vez más tecnológica (Honey et al., 2014).

La metodología de pensamiento de diseño (design thinking) es la seleccionada para buscar las conexiones entre las diferentes áreas del conocimiento. Esta metodología es bastante apropiada para motivar al estudiante a solucionar problemáticas de su entorno educativo o de su comunidad en general. Mediante esta estrategia se logra desarrollar competencias del siglo XXI, como la creatividad, la innovación, entre otras. Para el desarrollo de esta estrategia se siguen cinco fases: Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Experimentar.

Por los antecedentes antes señalados se propone implementar el enfoque de educación STEM, ya que se considera el más apropiado para desarrollar el pensamiento computacional y de diseño; esto se logra cuando hacemos que los estudiantes, le busquen sentido a sus aprendizajes, logrando la conexión entre sus saberes de las ciencias básicas y los aplican en su diario vivir, resolviendo problemáticas identificadas en su entorno mediante el desarrollo de proyectos en el aula. Así, se considera que el proceso de diseño en ingeniería es la mejor forma para lograr que los intereses de los estudiantes se dirijan a la búsqueda de conocimiento y la búsqueda de respuestas a la realidad que los rodea. El proceso de diseño en ingeniería provee las herramientas para continuar desarrollando las habilidades necesarias para el siglo XXI (Purzer, Strobel & Cardella (2014).

Los estudiantes deben entender los problemas, trabajar con sus compañeros en equipo, aportar soluciones viables basadas en la investigación, en la toma y análisis de datos, evaluar ideas, encontrar soluciones creativas e informar a la comunidad. El nuevo docente que comienza a practicar la educación STEM debe saber cómo hacer actividades adecuadas a este nuevo enfoque educativo. Para que la ingeniería entre a hacer parte del currículo de ciencias y tecnología es necesario contar con actividades óptimas para ello; esta es también una posibilidad para que empresas dedicadas a elaborar materiales curriculares los produzcan y presenten opciones con diferentes niveles de complejidad tecnológica.

Metodología

La Institución Educativa Integrado Joaquín González Camargo, es de carácter pública, adscrita a la Secretaría de Educación de la ciudad de Sogamoso- Boyacá. Es una de las

instituciones más grandes en la ciudad, ocupando el segundo lugar en cuanto al número de estudiantes. La institución Educativa cuenta con 3085 estudiantes en sus jornadas, sección primaria y secundaria; en la sección secundaria existen cuatro jornadas: jornada A con especialidad ambiental, jornada B con especialidad sistemas, jornada D con especialidad en administración y jornada C Académica sin especialidad.

La población objeto de estudio son 328 estudiantes de secundaria de la Jornada C Académica. La muestra se determinó en un grupo de 172 estudiantes de los grados sexto, octavo y décimo; cuyas edades oscilan entre los 11 y 15 años de edad. Para el desarrollo de la investigación se seleccionó mediante la técnica de muestreo aleatorio simple, con un grado de confianza del 95% y un error de muestreo del 5% sin reposición. La selección arrojó un total de 96 estudiantes, de los grados sexto, octavo, décimo, de los cuales 46 son mujeres y 50 son hombres.

La Institución, con el fin de mantener el número de estudiantes mínimo y lograr mantener los docentes de la jornada, aceptan a estudiantes que repiten el curso o con problemas de comportamiento provenientes de otras instituciones educativas de Sogamoso o municipios aledaños. La población estudiantil de la jornada académica, en general, presenta problemáticas como: familias disfuncionales, problemas de violencia doméstica y abusos, problemas de ansiedad, con comportamiento agresivo, depresivo y problemas de drogadicción. Sumado a esto el acompañamiento de los padres en las actividades escolares de los hijos, es nulo, debido a que en su gran mayoría tienen un nivel educativo básico. Con las problemáticas anteriores, tanto directivos como docentes, a través de la orientación escolar, se plantean diferentes estrategias que permitan atender e intervenir estudiantes, que incurrir en actos de indisciplina, muestran bajo rendimiento académico y requieren apoyo con su salud mental. La gran mayoría de estudiantes, luego de la pandemia por el COVID-19, ha creado una cultura del menor esfuerzo. La estrategia de estudio en casa, y la flexibilización de la educación ha generado en los estudiantes una despreocupación en el desarrollo de sus actividades académicas, evidenciándose en una elevada tasa de mortalidad académica y deserción escolar.

La investigación se desarrolla bajo el paradigma cuantitativo, según la clasificación establecida por Hernández, Fernández & Baptista (2010). Se analizó la información detallada sobre: ¿cómo se está implementando el enfoque STEM? y ¿cómo están respondiendo los estudiantes a este enfoque? Este estudio también permitió analizar el grado de desarrollo en el pensamiento computacional y de diseño y el impacto a largo plazo del enfoque STEM. El enfoque cuantitativo ofrece una amplia gama de datos y perspectivas, lo que permitió una evaluación más completa del enfoque y una mejor comprensión de su efectividad y alcance. El diseño de la investigación se realizó por manipulación y control. Se definió el modelo experimental pre-test y post-test, para los grupos dados, sin asignación aleatoria. Se comparó el desarrollo cognitivo del pensamiento computacional, en diferentes edades y ejes temáticos, teniendo en cuenta los pilares para el desarrollo del pensamiento computacional, como resolución de problemas, capacidad de abstracción, reconocimiento de patrones, pensamiento algorítmico; simulación y modelación de un grupo experimental bajo el enfoque educativo STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y diseño. El diseño por manipulación y control permite manipular las variables de las estrategias pedagógicas de manera intencional, para determinar cómo afectan el resultado final.

En este tipo de estudio se establece un grupo de estudiantes, se diagnostica el desarrollo del

pensamiento computacional antes de implementar las estrategias pedagógicas, para luego de la intervención volver a evaluar esta dimensión. De esta manera, se puede evaluar los resultados del estudio con y sin la implementación del enfoque STEM a través del desarrollo del pensamiento computacional. Además, al manipular y controlar las variables, se puede garantizar que cualquier diferencia entre los resultados se deba a la implementación de las estrategias pedagógicas y no a otros factores.

La investigación es de tipo transversal, ya que se quiere saber el grado de desarrollo del pensamiento computacional y de diseño mediante el enfoque STEM, en los estudiantes de grado 6, 8 y 10 de la IE Integrado Joaquín González Camargo.

En un primer momento se realizó una revisión literaria relacionada con la implementación del enfoque educativo STEM y el desarrollo del pensamiento computacional en la educación. Luego de la identificación de los objetivos, se seleccionaron y diseñaron unidades didácticas para las intervenciones. Posteriormente, se procedió a aplicarlas en el aula. En este momento, se llevó a cabo el proceso de enseñanza- aprendizaje, utilizando las intervenciones seleccionadas y monitoreando su efectividad. Finalmente, se evaluaron las intervenciones implementadas utilizando métodos estadísticos que permiten determinar si se han alcanzado los objetivos y qué aspectos han funcionado bien y cuáles pueden mejorarse para futuras implementaciones.

El alcance de la investigación sobre estrategias pedagógicas para implementar el enfoque educativo STEM mediante el desarrollo del pensamiento computacional, es de tipo descriptivo, ya que se busca determinar si es posible aumentar el grado de desarrollo del pensamiento computacional y de diseño para la enseñanza de las áreas básicas en el marco del enfoque educativo STEM. Adicionalmente, es fundamental comprender las principales características del enfoque STEM y su relación con la enseñanza del pensamiento computacional y de diseño.

Modelo implementación Enfoque Educativo STEM

En el siguiente gráfico se presenta el modelo de estrategias metodológicas para la implementación del enfoque STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño. Las estrategias se proponen a partir de la inclusión del desarrollo del pensamiento computacional mediante actividades desconectadas, es decir, sin tener acceso a ninguna clase de tecnología, sino mediante actividades que se fundamentan en la lúdica y el juego, con el fin de motivar al estudiante hacia el aprendizaje de conceptos básicos de programación, de una manera fácil de comprender y divertida. Paulatinamente se van involucrando con actividades conectadas para el desarrollo del pensamiento computacional mediante el uso de la tarjeta Micro:bit y otro tipo de herramientas tecnológicas. Para motivarlos a desarrollar proyectos mediante la metodología de pensamiento de diseño y prototipado, se utiliza Thinkercad y la robótica educativa, permitiendo dar solución a problemáticas del entorno, a partir de los objetivos de desarrollo sostenible y los saberes de las ciencias básicas (ver Figura 1).

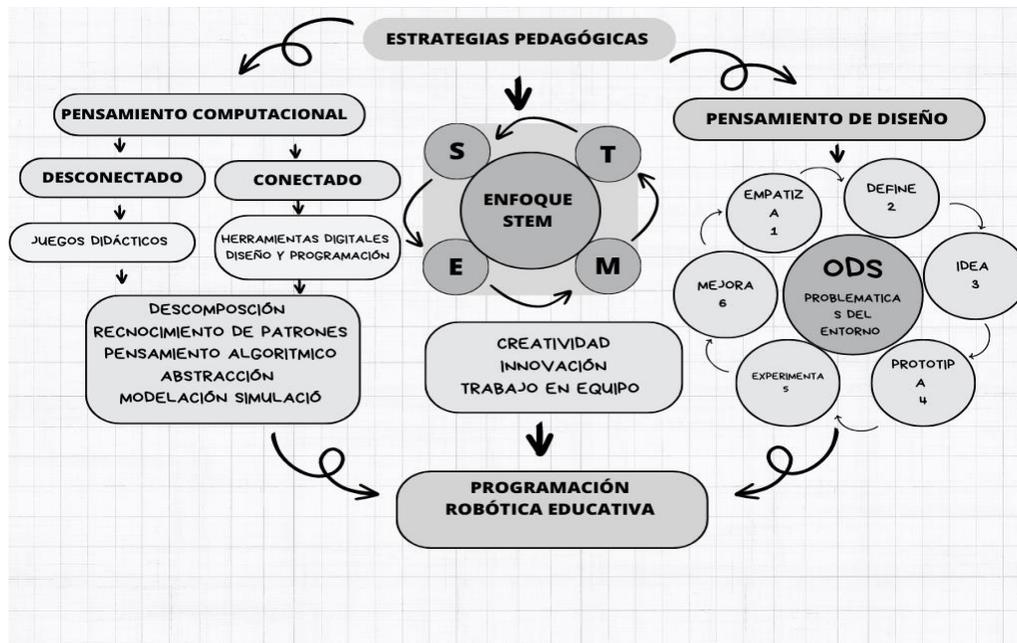


Figura 1. Modelo enfoque STEM. (Fuente: Elaboración propia).

Resultados y discusión

Para dar a conocer la propuesta de investigación, en primer lugar, se realizó una actividad de socialización del proyecto con la comunidad educativa. En concordancia con los objetivos planteados, se realizó un diagnóstico que tenía por objetivo identificar el grado de desarrollo del pensamiento computacional de 96 estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución educativa Integrado, utilizando el instrumento diseñado por Bebras Colombia, que es una iniciativa internacional, donde participan 75 países, a través de la membresía otorgada por Fedesoft (Fedesoft, s.f). Este desafío promueve las habilidades de pensamiento computacional, mediante la formación y aplicación de una prueba tipo diagnóstica, que mide los cinco pilares de pensamiento computacional; abstracción, reconocimiento de patrones, evaluación, descomposición y pensamiento algorítmico. La prueba diagnóstica consta de 15 ejercicios, con diferentes grados de dificultad; básico, intermedio, avanzado y diferentes categorías según el grado de escolaridad (semillas, retoños y cafetos). Para el presente estudio, se utilizó la prueba retoños, diseñada específicamente para estudiantes que cursan los grados 8-9.

En los resultados se muestra la tabla de distribución de frecuencias, de los rangos de los puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica, para determinar el grado de desarrollo de pensamiento computacional en los cinco pilares fundamentales (ver Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de frecuencias según resultados. (Fuente: Elaboración propia).

Rango		# Estudiantes	%
Muy bajo	(0-3)	22	23%
Bajo	(4-6)	35	36%
Regular	(7-9)	29	30%
Bueno	(10-12)	8	8%
Muy bueno	(13-15)	2	2%
Σ		96	100%

En la tabla anterior, se puede observar cómo se distribuyen las relativas, según los resultados obtenidos en la prueba y los rangos de valoración cualitativa y cuantitativa, de acuerdo al número de aciertos. Además, se puede concluir el 59% de los estudiantes que presentaron la prueba obtuvieron un rango bajo o muy bajo, es decir, no aprobaron la prueba. Adicionalmente, se observa que solo un 10% de los estudiantes obtuvieron un puntaje bueno y muy bueno y el 29% de los estudiantes presentan un grado de desarrollo de pensamiento computacional regular.

En la siguiente tabla se puede observar el porcentaje de composición por cada pilar del pensamiento computacional: Abstracción, pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones (ver Tabla 2).

Tabla 2. Participación por categoría y porcentaje en cada pilar. (Fuente: elaboración propia).

c	% Abstracción	% Pensamiento Algorítmico	% obtenido Descomposición	% obtenido Evaluación	% obtenido Reconocimiento patrones	# Estudiantes
8-9	43,25%	35,17%	43,62%	37,74%	44,33%	96

De acuerdo con el porcentaje de composición por cada pilar, se observa que los estudiantes en el desarrollo de la abstracción se encuentran en un promedio regular. En cuanto al desarrollo del pensamiento algorítmico se encuentran en un porcentaje promedio bajo. En el desarrollo de descomposición para la resolución de problemas están en un porcentaje promedio de regular. En cuanto al desarrollo de evaluación se encuentran en un porcentaje promedio bajo y por último en el desarrollo del reconocimiento de patrones se encuentran en un porcentaje promedio bajo. En general podemos concluir según los resultados que los estudiantes no tienen desarrollado la gran mayoría de pilares para el desarrollo del pensamiento computacional. Estos resultados demuestran que es necesaria la intervención de este grupo de estudiantes mediante estrategias, para el desarrollo del pensamiento computacional a través del enfoque STEM, que posibiliten el desarrollo de los pilares, con el fin de fomentar en los estudiantes, las competencias del siglo XXI, para que sean capaces de enfrentar la cuarta revolución industrial.

Estrategias pedagógicas para desarrollo pensamiento computacional desconectado

En concordancia con el segundo objetivo específico planteado se busca interpretar una propuesta para el desarrollo del pensamiento computacional. A través de actividades desconectadas y actividades conectadas donde se aplica la metodología de pensamiento de diseño. Además, se propone el diseño de estrategias metodológicas para desarrollar el pensamiento computacional con guía de aprendizaje tanto para el pensamiento computacional desconectado, como para el pensamiento computacional conectado y se ofrece una guía de trabajo para experiencias creativas para implementar la programación aplicada en el desarrollo del pensamiento de diseño.

Guías de aprendizaje de pensamiento computacional desconectado

Las estrategias metodológicas seleccionadas para el desarrollo del pensamiento computacional desconectado se plantean para que los estudiantes de una forma lúdica y divertida comprendan conceptos básicos de programación, que, para ellos, pueden parecer un poco complejos. En la actualidad existen plataformas donde se puede encontrar diversas propuestas de actividades desconectadas. Las estrategias metodológicas desconectadas para desarrollar el pensamiento computacional están compuestas de 4 secuencias didácticas, cuyo objetivo ayudar a que los estudiantes comprendan conceptos básicos de programación. Estas secuencias didácticas basadas en el juego ayudan a reducir la carga cognitiva de los estudiantes.

A continuación, se presenta un ejemplo de guía para una actividad desconectada (ver Figura 2).

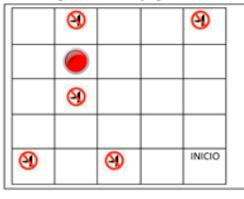
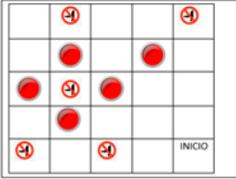
	<p style="text-align: center;">PROYECTO: GUÍA DE APRENDIZAJE DESARROLLO PENSAMIENTO COMPUTACIONAL DESCONECTADO DOCE NTE: YANETH CHIA FUENTES ESTUDIANTE: _____ GRADO: _____ ;VAMOS A JUGAR A SER UN PROCESADOR ;</p>														
<p>Objetivo: Identificar las instrucciones para realizar una tarea Reconocer que muchos artefactos tienen adentro un procesador Descubrir que es un programa y qué es un programador</p>															
<p>Contesta las siguientes preguntas</p> <p>a. ¿Cómo es el funcionamiento de una lavadora? b. ¿Cómo sabe la lavadora cuándo prender el motor para empezar a lavar? c. ¿cuándo debe dejar caer el detergente? d. ¿Cómo determina la cantidad de agua, la a y el tiempo de lavado? Sabías que.....</p>															
<p>Las lavadoras al igual que los computadores y muchos de los artefactos que utilizamos en nuestras casas, tienen dentro un procesador, que ejecutan instrucciones de un programa desarrollada por una persona que programa. Dicho programa en el caso del funcionamiento de la lavadora, incluye instrucciones sobre ciclo de lavado, tiempo de lavado, temperatura del agua, nivel del agua, momento de agregar el detergente, entre otras. Día a día vemos como estos artefactos son cada vez más inteligentes, por esta razón se necesitan programadores, que realicen programas, que deben ejecutar un procesador electrónico.</p>															
<p>ACTIVIDAD</p>															
<p>En esta actividad jugaremos a ser un procesador. El objetivo de la actividad es escribir un programa (serie de instrucciones), utilizando los símbolos presentados en la Tabla 1.</p>															
<p>Tabla 1. Instrucciones- símbolos</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">SIMBOLO</th> <th>INSTRUCCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Toma y levanta una ficha de la pila de inicio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Baja y suelta la ficha en la casilla actual</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Mueve la ficha una casilla a la derecha</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Mueve la ficha una casilla a la izquierda</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Mueve la ficha una casilla arriba</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td>Mueve la ficha una casilla abajo</td> </tr> </tbody> </table>	SIMBOLO	INSTRUCCION		Toma y levanta una ficha de la pila de inicio		Baja y suelta la ficha en la casilla actual		Mueve la ficha una casilla a la derecha		Mueve la ficha una casilla a la izquierda		Mueve la ficha una casilla arriba		Mueve la ficha una casilla abajo	<p>Figura 1. Tablero de juego</p> 
SIMBOLO	INSTRUCCION														
	Toma y levanta una ficha de la pila de inicio														
	Baja y suelta la ficha en la casilla actual														
	Mueve la ficha una casilla a la derecha														
	Mueve la ficha una casilla a la izquierda														
	Mueve la ficha una casilla arriba														
	Mueve la ficha una casilla abajo														
<p>A continuación, se presenta un ejemplo de programa, para ubicar la ficha  en el tablero de juego ubicada, en el tablero de juego anterior.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>En el piso dibuja un tablero de 5x 5 cuadros, donde deben colocar los obstáculos, como se muestra en figura 1. con el objetivo de llevar objeto por objeto, desde la casilla "Inicio", o hasta el lugar indicado por, sin pasar por encima de los obstáculos, ni de objetos ya colocados, ni colocar un nuevo objeto donde ya se haya puesto otro. Como objetos pueden usar cualquier objeto. Todos empezaran en la casilla de "Inicio". Deben realizar grupos de cuatro estudiantes, cada uno debe escoger un rol de los que se presentan a continuación:</p> <p>Cliente: Decide donde deben quedar las fichas en el tablero dibujado y le muestra la ubicación de las fichas al programador, el procesador no puede ver la ubicación de las fichas. Programador: Debe escribir, sobre una hoja un programa utilizando las instrucciones- símbolos de la tabla 1. Este programa consiste en una secuencia, de estos símbolos, que le dirá al procesador que debe hacer. Procesador: Debe leer el programa y ejecutar las instrucciones para mover y colocar las fichas en el tablero. Verificador: Revisa que las fichas hayan quedado en el lugar solicitado por el cliente e identifican si hubo errores y quién los cometió.</p> <p style="text-align: center;">Una vez terminada la actividad, cambian los roles y vuelven a jugar.....</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Ejemplo de fichas colocadas por el cliente</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>Ejemplo Programa hecho por el programador</p> <p>Ficha 1.      </p> <p>Ficha 2.     </p> <p>Ficha 3.     </p> <p>Ficha 4.     </p> <p>Ficha 5.</p> </div> </div>															
<p>Fuente. Programación para niños de British Council</p>															

Figura 2. Guía de Aprendizaje actividades desconectadas. (Fuente: elaboración propia).

En la secuencia didáctica anterior, llamada “¡Vamos a jugar a ser un procesador!”, los estudiantes se sumergen en el análisis de cómo funcionan ciertos artefactos electrónicos, se realizaron preguntas cuyo objetivo apunta a que comprendan que todos artefactos electrónicos tienen dentro un procesador, que ejecuta ordenes hechas por alguien que realizó la programación. Mediante un tablero de 5x5 cuadros realizado en una hoja o en el suelo, se ponen varios obstáculos y luego se le solicita al cliente colocar cinco fichas en el tablero. Esta ubicación de las fichas en el tablero hecha por el cliente, la puede ver el estudiante que asume el rol de programador y el verificador. La ubicación de las fichas no las puede ver el estudiante que asume el rol de procesador. Posteriormente, el estudiante que asume el rol de programador, utilizando las fichas de instrucciones o símbolos, realiza el programa con instrucciones específicas, comenzando con la ficha de inicio para ubicar una a una cada una de las fichas en el tablero. Para la ubicación de cada ficha siempre se comienza la ficha de inicio, posteriormente las fichas de instrucciones de dirección y cuando llegue al cuadro donde quedará la ficha debe finalizar con la instrucción que indica que debe soltar la ficha. Cuando el estudiante que asume el rol de programador termina de realizar el programa para ubicar cada una de las fichas y la hoja de instrucciones, pasa el estudiante que asume el rol de procesador a ejecutar las instrucciones realizadas por el programador. Cuando el procesador termine de colocar las cinco fichas, pasa el estudiante que asume el rol de verificador, a revisar que todas las fichas hayan sido colocadas correctamente como lo indicó el cliente. El objetivo es que las fichas queden bien colocadas, aunque, si hubo errores, todo el equipo de estudiantes analizan las posibles fallas que tuvo el programador y hacen las correcciones necesarias para que el programa diseñado para colocar las fichas funcione correctamente. Posteriormente cada integrante del equipo pasa por cada uno de los roles y perfeccionan el juego.

Este tipo de actividades desconectadas, donde los estudiantes no tienen ningún contacto con las herramientas tecnológicas, motiva a los estudiantes, ya que, mediante la lúdica del juego, pueden acercarse e interesarse por los temas de programación, aprenden de una manera fácil las ideas base de programación, reduciendo la carga cognitiva, conceptos, como procesador, programador, programa, y el concepto de algoritmos.

Estrategias metodológicas para el desarrollo de pensamiento computacional actividades conectadas

Para el desarrollo de las actividades conectadas, se utilizó la plataforma de Microsoft de uso gratuito Makecode.org de Micro:bit. En esta fase, los estudiantes ya tenían claros los conceptos básicos de programación, como: algoritmos, programación, procesador, programador, bucles, variables, variables booleanas, variables de entrada, variables de salida entre otros. El uso de la plataforma para desarrollar el pensamiento computacional y de diseño con Micro:bit, fomenta la creatividad. Al programar con la plataforma, los estudiantes pueden experimentar y crear soluciones a diferentes problemas de manera creativa y original. La plataforma MakeCode utiliza bloques de programación para que el usuario pueda entender de manera visual y lógica el proceso de la programación. A través del uso de estas plataformas los estudiantes desarrollan la lógica y el razonamiento.

Esta mentalidad de "pensamiento algorítmico" ayuda al usuario a comprender la lógica matemática y mejorar su razonamiento. Además, estimula la resolución de problemas

complejos. La programación de microcontroladores como la Micro:bit implica la resolución de problemas complejos. El uso de esta plataforma Make.code.org, ayuda a los estudiantes a reflexionar y resolver problemas identificados en el entorno a través de la programación. Adicionalmente, la Micro: bit es una herramienta accesible para que los estudiantes desarrollen tecnología y experimenten con aplicaciones prácticas, fomentando la innovación tecnológica. El desarrollo del pensamiento computacional a través de la plataforma Make.code.org, estimula la creatividad e innovación tecnológica. En este sentido, los estudiantes desarrollan las competencias del siglo XXI, necesarias para que afronten los nuevos retos que trae consigo la cuarta revolución industrial.

Para el desarrollo del pensamiento computacional y de diseño, se proponen una serie de secuencias didácticas, que van desde la exploración de todas las herramientas que tiene la plataforma. Se explica qué es la Micro:bit, cuáles son principales características, se invita a que exploren los diferentes bloques de programación, exploran e identifican los pulsadores, los sensores de temperatura, las matriz LED, el sensor de luz, la brújula, el acelerómetro y las comunicaciones por radio. En cada una de ellas los estudiantes realizan actividades, desde las más simples, hasta retos de programación, donde el grado de dificultad aumenta paulatinamente.

Esta plataforma para el uso de Micro:bit es utilizada por muchos estudiantes de todo el mundo para aprender codificación y electrónica a través de la creación de programas y proyectos utilizando microcontroladores Micro: bit de bajo costo. Después del uso de esta plataforma con los estudiantes de grado 8 y 9, se ha evidenciado el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad, así como una comprensión más profunda de los conceptos STEM. Además, la plataforma está diseñada para ser accesible y fácil de usar para estudiantes de todas las edades y niveles de habilidad, lo que la convierte en una herramienta ideal para el desarrollo de la programación (ver Figura 3).

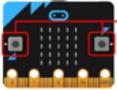
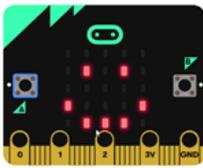
 TEMA 3: PULSADORES PROYECTO: EXPERIENCIAS CREATIVAS EN RELACION A STEM DOCENTE: YANETH CHIA FUENTES ESTUDIANTE: _____ GRADO: _____	
PULSADORES	
<p>¿Qué es un pulsador? Los pulsadores son de los dispositivos de entrada más comunes que existen, estos, funcionan mandando un pulso eléctrico al sistema de control al momento de ser pulsados, uno de los ejemplos que podemos encontrar en nuestra vida cotidiana son los controles de los televisores, cuando oprimimos alguno de los botones (pulsadores) estos le envían la señal a la placa de control interna para que este envíe posteriormente la respectiva señal al televisor y así, en caso de oprimir el botón de encendido la misma se enciende.</p>	
<p>Pulsadores de micro: bit Los pulsadores hacen parte de los elementos de entrada que encontramos en la micro:bit, tenemos exactamente dos de estos incorporados en la placa, son elementos de entrada digitales, puesto que los únicos valores que podemos captar de ellos es su pulsación, para su estado normal, la variable es igual a cero (0) y para cuando se pulsa es igual a uno (1).</p>	 Pulsadores
<p>Programando los pulsadores. ¿Cómo te sientes? Para este pequeño programa usaremos los dos pulsadores que vienen incorporados en la micro:bit para mostrar nuestro estado de ánimo, programaremos el pulsador A para que muestre una cara feliz y el pulsador B para que muestre una cara triste.</p>	
	
ACTIVIDAD 3	
Crea un programa que muestre en la matriz LED una animación diferente, cuando presiones el botón A, botón B, botón A+B	

Figura 3. Ejemplo guía de aprendizaje actividades conectadas. (Fuente: Elaboración propia).

Experiencias creativas para el desarrollo del pensamiento computacional aplicado al pensamiento de diseño

Para implementar la metodología de pensamiento de diseño, se siguen las cinco fases del desarrollo del pensamiento de diseño (empatizar, definir, idear, prototipar y experimentar), mediante la organización de equipos de trabajos multidisciplinario, de máximo de cinco estudiantes. Cada estudiante escoge su rol en el equipo, teniendo en cuenta sus habilidades en diseño, investigación, tecnología y desarrollo sostenible. En la primera fase del pensamiento de diseño, se invita al grupo a empatizar con el entorno, enfocado en los objetivos de desarrollo sostenible. En esta etapa se hace análisis de cada uno de los objetivos de desarrollo sostenible. Se motivó a que cada grupo de trabajo identifique un objetivo de desarrollo sostenible que quieran abordar para darle solución a través del desarrollo de un proyecto. Mediante esta actividad empatizando con su entorno el equipo logra identificar sus necesidades y preocupaciones relacionadas con los objetivos de desarrollo sostenible.

Cada equipo inicia a desarrollar posibles soluciones de diseño, para abordar las necesidades y preocupaciones identificadas mediante la técnica de lluvia de ideas o brainstorming. Posteriormente, el equipo logra prototipar y probar sus soluciones con miembros del público objetivo, para obtener comentarios y mejorar su solución. Se solicita a los estudiantes que implementen su solución y monitoreen los resultados para evaluar su impacto en el objetivo de desarrollo sostenible. Si fuere necesario el equipo debe adaptar y ajustar su solución para mejorar su impacto. Finalmente, el equipo comunica el éxito de su proyecto a la comunidad educativa y a las partes interesadas relevantes para crear conciencia sobre el objetivo de desarrollo sostenible y su solución.

Durante el desarrollo del proyecto se desarrollaron varias experiencias creativas para el desarrollo del pensamiento computacional aplicado en el pensamiento de diseño. Se aplica el pensamiento de diseño en cada una de sus fases en la construcción de un prototipo de robótica para dar solución a una problemática del entorno.

En los proyectos realizados a través de la metodología de pensamiento de diseño, se evidencia en los estudiantes el trabajo en equipo, la creatividad, pensamiento crítico e innovación para la resolución de problemas. En este caso el proyecto apunta a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible: el ODS 13 Acción por el clima, el ODS 7 energías renovables y no contaminantes, el ODS 11 Ciudades sostenibles y el ODS 9 innovación. Con este proyecto los estudiantes lograron reconocimiento municipal, regional y Nacional (ver Anexo 1).

A continuación, se presentan algunos resultados logrados por el grupo de estudiantes, con el proyecto “Prototipo robótico, autónomo y sostenible: recolector de basura Suncleaner”.

Gracias a la convocatoria hecha por Computadores para Educar y a la Hackathon No. 7, realizada en la ciudad de Girardot en el año 2022, se logró participar y pasar a la fase final con el prototipo “Suncleaner”. El mismo prototipo obtuvo el segundo lugar en la primera feria departamental de ciencia y tecnología de organizada por el Colegio Cooperativo Reyes patria de la ciudad de Sogamoso en el año 2023. El equipo de robótica Arduinobots, fue exaltado en ceremonia especial por su liderazgo y compromiso juvenil, por el consejo de juventudes de la ciudad de Sogamoso. Además, el prototipo participó en el año 2023 en el concurso Nacional de Programación, organizado por Fedesoft., quedando entre los 10 mejores proyectos a nivel nacional (ver Figura 4 y Figura 5).



Figura 4. Evolución del prototipo robótico SunCleaner. (Fuente: registro propio).



Figura 5. Evidencias de la participación de los estudiantes con SunCleaner. (Fuente: registro propio).

Resultados prueba post- Test habilidades de desarrollo de pensamiento computacional.

De acuerdo con el último objetivo específico planteado sobre evaluar el grado de desarrollo del pensamiento computacional, luego de la implementación de las estrategias metodológicas, a través del enfoque STEM, se aplica un cuestionario post- test, al mismo grupo de estudiantes a quienes se les realizó el cuestionario diagnóstico. La prueba Post-test, se realizó para definir el grado de desarrollo del pensamiento computacional en sus cinco pilares fundamentales: reconocimiento de patrones, descomposición, abstracción, pensamiento algorítmico y simulación y modelación. De la misma manera que el cuestionario diagnóstico, consta de 15 ejercicios con diferentes grados de dificultad; básico, intermedio, avanzado y diferentes categorías según el grado de escolaridad (semillas, retoños y cafetos). El rango de evaluación general de la prueba Post-test es de valoración cualitativa (muy bajo, bajo, regular, bueno, muy bueno) y cuantitativa (0-3, 4-6, 7-9, 10-12, 13-15). Se tiene en

cuenta el número de aciertos en cada prueba, siendo el rango más bajo los que tengan de 0 a 3 aciertos y el puntaje alto, los que tengan de 13-15 aciertos. Se presenta el porcentaje promedio obtenido en cada pilar. Se aplicó el cuestionario Post- Test a 96 estudiantes que, en este momento, se encontraban cursando grado décimo y undécimo, cuyas edades oscilan entre los 14 y 17 años de edad.

Tabla 3. Resultados Post- test. (Fuente: Elaboración propia).

Rango	Prueba Post-Test	%
Muy bajo (0-3)	3	3,13
Bajo (4-6)	21	21,88
Regular (7-9)	49	51,04
Bueno (10-12)	14	14,58
Muy bueno (13-15)	9	9,38
Σ	96	100,00

Los resultados muestran cómo se distribuyen las frecuencias relativas según los resultados obtenidos en la prueba. Se puede concluir que después de aplicar las estrategias metodológicas, se observa una disminución significativa en los rangos de valoración muy bajo y bajo. El 25% de los estudiantes que realizaron la prueba obtuvieron un rango bajo o muy bajo, es decir, no aprobaron la prueba. Adicionalmente, se observa que el porcentaje de estudiantes que aprobaron la prueba aumentó a un 75%, de los cuales el 9,38% obtuvieron un rango muy bueno, el 14,58% un rango bueno y el 51,04% un rango de valoración regular. Aunque el porcentaje de estudiantes que aprobaron la prueba aumentó, se observa un mayor porcentaje en un desarrollo de pensamiento computacional regular (ver Tabla 3).

Lectura de resultados Pre-Test Vs Post-Test

En la Tabla 4 se puede observar el grado de desarrollo de pensamiento computacional, tanto en la evaluación diagnóstica, como los resultados obtenidos luego de la intervención de estrategias metodológicas para la implementación del enfoque educativo STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño.

Tabla 4. Resultados Pre- Test Vs Post- Test. (Fuente: Elaboración propia).

Rango	Prueba Pre-Test	%	Prueba Post- Test	%
Muy bajo (0-3)	22	22,92	3	3,13
Bajo (4-6)	35	36,45	21	21,88
Regular (7-9)	29	30,20	49	51,04
Bueno (10-12)	8	8,33	14	14,58
Muy bueno (13-15)	2	2,08	9	9,38
Σ	96	100%	96	100%

Se puede evidenciar un notable aumento en el rango de calificación, para el desarrollo del

pensamiento computacional en sus cinco pilares fundamentales: abstracción, reconocimiento de patrones, pensamiento algoritmo, descomposición, modelación y simulación.

Prueba de Hipótesis para dos muestras iguales

Tabla 5. Prueba t- student para muestras emparejadas. (Fuente: elaboración propia).

	<i>PRE-TEST</i>	<i>POST-TEST</i>
Media	5,86458	8,16666667
Varianza	8,98146	7,10877193
Observaciones	96	96
Coefficiente de correlación de Pearson	0,75111	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	95	
Estadístico t	-11,1575	
P(T<=t) una cola	2,85E-19	
Valor crítico de t (una cola)	1,661051	
P(T<=t) dos colas	5,70E-19	
Valor crítico de t (dos colas)	1,985251	

Se aplicó una prueba antes de aplicar las estrategias metodológicas y otra prueba después de aplicar la secuencia didáctica. Cada resultado es el rango de desarrollo del pensamiento computacional, según sus pilares: abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, pensamiento algorítmico, simulación y modelación en la prueba Pre y en la prueba Post. Evaluando el promedio de la prueba Pre, que fue de 5,8 y el promedio de la prueba Post que fue de 8,1; se obtiene que el grupo de estudiantes mejoraron su desempeño, es decir la mayoría de los estudiantes mejoraron su desempeño en el desarrollo del pensamiento computacional, luego de aplicar la secuencia didáctica (ver Tabla 5).

Para corroborar de una manera científica y estadística estos resultados, se aplica la prueba t-Student, que es una prueba de estadística inferencial, la cual evidencia si efectivamente hubo una mejora entre el desarrollo del pensamiento computacional antes de aplicar la secuencia didáctica y después. El análisis muestra que hubo un cambio significativo determinado por la implementación de las estrategias metodológicas.

Se comprueba con un nivel de confianza del 95% ya que el valor t- student para probar la hipótesis alternativa es menor que 0,005, esto significa que el nivel de conocimiento del pensamiento computacional y de diseño en la comunidad académica de la Institución Educativa Integrado de Sogamoso – Boyacá, Colombia, permite desarrollar los pilares para el desarrollo del pensamiento computacional y así potenciar las herramientas necesarias, para formar una ciudadanía capaz de enfrentar los desafíos del siglo XXI.

De acuerdo con el objetivo general planteado, se busca proporcionar una serie de estrategias metodológicas efectivas para implementar el enfoque educativo STEM en el aula. Esto se logró a través del desarrollo del pensamiento computacional aplicado en el pensamiento de

diseño, que se enfoca en enseñar a los estudiantes habilidades esenciales de resolución de problemas y pensamiento crítico que son fundamentales para tener éxito en la era digital. Una parte fundamental de este enfoque es proporcionar a los estudiantes las herramientas prácticas necesarias para que puedan aplicar lo que aprenden en entornos del mundo real. Esto se logra a través del uso de tecnologías educativas modernas que proporcionan a los estudiantes una experiencia práctica y memorable. Además, también se enfoca en crear un entorno de enseñanza receptivo y adecuado, que motive a los estudiantes a trabajar duro y alcanzar sus objetivos.

En este proyecto también, se presta atención a la formación y capacitación de los docentes. Además de proporcionarles herramientas y estrategias prácticas para implementar el enfoque STEM, también se les enseña cómo motivar y guiar a los estudiantes hacia el éxito. Todo el proyecto se enfoca en promover una cultura de aprendizaje colaborativo que fomenta la creatividad, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico. La implementación del enfoque educativo STEM a través del pensamiento computacional y de diseño es un paso crítico hacia la capacitación de los estudiantes para el futuro digital. Este proyecto proporciona estrategias metodológicas efectivas y prácticas para lograr este objetivo, y también se enfoca en capacitar a los docentes para que guíen a los estudiantes hacia el éxito. Estamos seguros de que, con este enfoque, los estudiantes estarán completamente equipados para enfrentar los desafíos del futuro.

De acuerdo con la postura de Seymour Papert, las estrategias metodológicas para la implementación del enfoque educativo STEM a través del pensamiento computacional aplicado al pensamiento de diseño, influyen en su teoría de la construcción del conocimiento a través del uso de las tecnologías. Papert (1980) defendía la idea de que los niños aprenden de manera significativa cuando se les permite explorar y experimentar con herramientas y tecnologías que les permitan construir sus propios conocimientos. En este sentido, la utilización de la programación y las herramientas de diseño digital podría ser una forma efectiva de fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes, al mismo tiempo que se les introduce en el mundo del STEM.

Asimismo, su enfoque en la importancia del aprendizaje activo y la experimentación podría servir como guía para desarrollar estrategias metodológicas que permitan a los estudiantes construir sus propios conocimientos y habilidades en STEM, buscando conexiones en todas las áreas del conocimiento a través de proyectos de investigación y design thinking, dando solución a problemáticas del entorno. Sin embargo, también sería necesario evaluar las limitaciones y desafíos que pueden surgir en la implementación de un modelo educativo que integre el pensamiento computacional y de diseño en el marco del enfoque STEM. Algunas preguntas que podrían surgir son: ¿Cómo se puede asegurar que todos los estudiantes tengan acceso y equidad en el acceso a las herramientas y tecnologías necesarias para el aprendizaje de STEM? Del mismo modo, la postura de Seymour Papert puede ayudar a enriquecer el debate sobre cómo se pueden desarrollar estrategias metodológicas efectivas para implementar un enfoque educativo STEM que promueva el pensamiento computacional y de diseño.

En cuanto a la postura de Jeannette Wing (2017), en relación al diseño de estrategias metodológicas para la implementación del enfoque STEM a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño, se considera que esta teoría es apropiada y relevante. Wing ha sido pionera en la promoción del pensamiento computacional como una habilidad

fundamental para los estudiantes en el siglo XXI. Además, al combinar el pensamiento computacional con el de diseño, en el marco del enfoque STEM, se están abriendo nuevas posibilidades para la resolución de problemas y el aprendizaje significativo. En general, el enfoque STEM es la forma más apropiada para el desarrollo del pensamiento computacional en niños y jóvenes. Jeannette Wing tiene una amplia experiencia en el campo de la computación, la inteligencia artificial y la educación, lo que la convierte en una experta en la materia. Además, su enfoque en la aplicación práctica de estas habilidades en situaciones del mundo real es crucial para la implementación efectiva del enfoque STEM en la educación (López, 2023).

La educación STEM se enfoca en los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Esta investigación se centró en investigar cómo las estrategias metodológicas mejoradas podrían ayudar a integrar el enfoque STEM en el aula y mejorar el aprendizaje de los estudiantes. El enfoque educativo STEM se basó en la idea de que el pensamiento computacional y de diseño (desde ahora PCD) es un componente clave del enfoque STEM y que el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y de diseño pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor las áreas STEM y buscar las conexiones existentes entre las áreas básicas del conocimiento, la tecnología e ingeniería, que servirán como hilo conductor para que analicen su entorno y su conocimiento se dirija en la búsqueda de soluciones a problemáticas del entorno, cuyo pilar fundamental será una cultura para el desarrollo sostenible.

En esta investigación, se revisó cuidadosamente el marco teórico y los estudios empíricos existentes sobre la educación STEM y el pensamiento computacional y de diseño. Luego, desarrollamos una serie de estrategias metodológicas para ayudar a los maestros a implementar el enfoque STEM y desarrollar habilidades PCD en sus estudiantes. Las estrategias metodológicas incluyen: La integración del juego y actividades lúdicas para la comprensión de conceptos básicos de programación mediante el desarrollo de actividades desconectadas, que lograron cautivar el interés de los estudiantes sobre el pensamiento computacional, además la integración de las herramientas digitales, mediante el desarrollo de actividades conectadas permite a los estudiantes experimentar y practicar habilidades PCD. Por último, se hace énfasis en la enseñanza de la solución de problemas a través del diseño, animando a los estudiantes a utilizar el pensamiento creativo y crítico en su enfoque. La utilización de proyectos STEM fomenta la colaboración entre estudiantes y desarrolla habilidades interpersonales y la creación de oportunidades para el autoaprendizaje y la experimentación en el aula.

Los resultados demostraron que la implementación de estas estrategias metodológicas mejoradas en el aula puede aumentar significativamente el éxito de los estudiantes en el desarrollo de habilidades PCD. Los estudiantes también informaron que estaban más interesados en el enfoque STEM después de participar en estas actividades educativas mejoradas. La combinación de habilidades PCD con el enfoque STEM puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos STEM y prepararlos para futuras carreras en ciencia y tecnología. La implementación de estrategias metodológicas mejoradas en el aula puede mejorar significativamente el éxito de los estudiantes en esta área y garantizar que tengan éxito en el futuro.

Los resultados de la investigación sobre estrategias metodológicas para la implementación del enfoque educativo STEM a través del desarrollo del pensamiento computacional y de

diseño se aplica en varios ámbitos educativos. En primer lugar, en la formación de docentes y formadores educativos, donde los resultados pueden ser utilizados para diseñar programas de formación para docentes y formadores educativos, que les enseñen estrategias para implementar el enfoque STEM en sus clases. Estos programas de formación pueden incluir talleres, cursos, seminarios y otros formatos que ayuden a los docentes a comprender e implementar el enfoque STEM de manera efectiva.

Por su parte, en la creación de materiales educativos, los resultados de esta investigación pueden ser utilizados para diseñar materiales que sean más efectivos para enseñar el enfoque STEM. Se pueden crear recursos educativos como libros de texto, guías, recursos multimedia y otros materiales que sean útiles para transmitir los conceptos del enfoque STEM. Del mismo modo, se pueden incorporar en la planificación de actividades pedagógicas. Estos resultados de investigación pueden ser utilizados para diseñar actividades pedagógicas que apoyen el desarrollo del pensamiento computacional y del diseño en los estudiantes. Se pueden planificar actividades prácticas que involucren la resolución de problemas para desarrollar habilidades en estas áreas.

Del mismo modo, en la evaluación del aprendizaje, los resultados de la investigación pueden ser utilizados para diseñar instrumentos de evaluación que midan el desarrollo del pensamiento computacional y del diseño en los estudiantes. Las pruebas y los exámenes pueden ser diseñados para medir el aprendizaje de los estudiantes en cada una de estas áreas. En la promoción del enfoque STEM en la educación, los resultados de la investigación pueden ser utilizados para promover el enfoque STEM como un componente importante de la educación con enfoque territorial. Se pueden crear campañas publicitarias y de marketing que muestren los beneficios y la importancia del enfoque STEM y su aplicación en la vida real.

Conclusiones

Con el diseño estrategias metodológicas presentadas en este escrito, se concluye que es posible integrar el enfoque STEM en el proceso educativo mediante el desarrollo del pensamiento computacional con actividades desconectadas y conectadas. Dichas estrategias metodológicas son adecuadas y fundamentales para el éxito de la implementación del enfoque STEM. Del mismo modo, la enseñanza del pensamiento computacional aplicada al pensamiento de diseño ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades valiosas, como la resolución de problemas y la creatividad. Por otro lado, se comprueba que la colaboración y el trabajo en equipo son esenciales para el pensamiento computacional y de diseño, así como para el aprendizaje efectivo del enfoque educativo STEM.

La tecnología y la informática son herramientas poderosas para la implementación del enfoque STEM, además, la educación basada en el enfoque STEM puede preparar a los estudiantes para trabajos en campos innovadores y tecnológicos y prepararse para la cuarta revolución industrial, donde se espera una transformación y eliminación de profesiones, por carreras profesionales futuras relacionadas con las áreas STEM.

La implementación del enfoque STEM en el aula puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje. La evaluación continua y la reflexión son fundamentales para el éxito de las estrategias metodológicas implementadas para el enfoque STEM. Los educadores necesitan recibir capacitación y formación adecuadas para poder

implementar el enfoque STEM de manera efectiva. La implementación exitosa del enfoque STEM a través del pensamiento computacional y de diseño puede tener un impacto positivo duradero en los estudiantes y en su futuro académico y profesional.

La investigación genera diferentes líneas de investigación, definidos en problemáticas de ¿cómo el enfoque educativo STEM a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño puede impactar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes?, así mismo, surge la necesidad de analizar los factores que pueden influir en la implementación de este enfoque educativo, tales como: la preparación y formación de los docentes, la disponibilidad de recursos tecnológicos y la integración del enfoque STEM en el currículo escolar. Además, la necesidad de evaluar el impacto de los programas y proyectos implementados en el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con el pensamiento científico y el diseño creativo y analizar cómo el enfoque educativo STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño puede contribuir a la formación de profesionales en áreas estratégicas para el desarrollo económico y social. Otro aporte importante para futuras investigaciones se plantea en relación con ¿cómo se pueden promover la creatividad, la innovación y la resolución de problemas en el aula a través de este enfoque educativo? y ¿qué otras herramientas y metodologías pueden ayudar a fomentar estas habilidades?

En cuanto a las aportaciones y el campo de conocimiento estudiado en este proyecto de investigación, el desarrollo del pensamiento computacional y de diseño puede impactar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Además de analizar los factores que pueden influir en la implementación de este enfoque educativo, tales como la preparación y formación de los docentes, la disponibilidad de recursos tecnológicos y el currículo escolar, es necesario evaluar el impacto de los programas y proyectos implementados en el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con el pensamiento científico y el diseño creativo. El enfoque educativo STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño, puede contribuir a la formación de profesionales en áreas estratégicas para el desarrollo económico y social e investigar cómo se pueden promover la creatividad, la innovación y la resolución de problemas en el aula a través de este enfoque educativo y qué herramientas y metodologías pueden ayudar a fomentar estas habilidades.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios, por darme la valentía para superar las situaciones difíciles presentadas, desde que inicié en este nuevo reto. Mi gratitud inmensa a mi familia y amigos incondicionales que, con su apoyo y motivación durante todo este proceso tan importante para mi vida académica. Agradezco a mis profesores y asesora de tesis por guiarme en esta investigación y enseñarme las herramientas y habilidades necesarias para lograr este objetivo. A la Red de Comunidades STEM+ Latinoamérica, ya que gracias a su gestión con la Revista Innovación en Enseñanza de las ciencias REINNEC, se publica mi investigación. Además, reconozco el valioso aporte de todos los participantes de mi estudio, mis queridos estudiantes, quienes voluntariamente se ofrecieron a ser parte de esta maravillosa aventura, que, sin lugar a duda, ha dejado huella y aprendizajes en cada uno de ellos, enriqueciendo considerablemente mi trabajo de investigación. Por último, quiero agradecer a todas aquellas personas que, de una u otra forma, me inspiraron a seguir adelante y perseguir mis metas con tenacidad y perseverancia. ¡Gracias a todos!

Bibliografía

Almeida, R. M., & Rodríguez, M. L. (2019). Desarrollo del Pensamiento Computacional y

- de Diseño mediante la Implementación de un Proyecto STEM en Educación Básica. *Revista de Investigación en Educación*, 52(2), 67-78.
- Atencio de la Rosa, A. M., Flores Allier, I. P., & Valadez Rodríguez, S. (2020). El papel de la corriente constructorista en la práctica docente y el aprendizaje. *Humanidades, Tecnología y Ciencia del Instituto Politécnico Nacional*, (22), enero-junio.
- Bell, S., Maeng, J. L. & Peters, E. (2017). Teachers' perceptions of project-based learning Within a STEM-focused school. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 71-98.
- Botero, C., & Bautista, A. (2020). Implementación del enfoque STEM en la formación de docentes de Química para el fomento del pensamiento computacional. *Revista de Investigación Académica*, 42, 39-48.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R., Donovan, M. S., Bransford, J. D., & Pellegrino, J. W. (Eds.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academies Press.
- Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Science*, 2 (2), 141-178.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J., Norby, M. M., & Ronning, R. R. (2004). *Cognitive psychology and instruction*. Pearson Education Inc
- Collins, A. (1990). Toward a design science of education. Technical Report N° 1. Center for Technology in Education. Office of Educational Research and Improvement.
- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In: Scanlon, E., O'Shea, T. (eds) *New Directions in Educational Technology*. NATO ASI Series, vol 96. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Crowley, K., & Head, B. W. (2017). The enduring challenge of 'wicked problems': revisiting Rittel and Webber. *Policy Sciences*, 50(4), 539-547.
- Fedesoft. (s.f.). ¿En qué consiste Bebras? Recuperado el 20 de abril de 2024 de <https://fedesoft.org/bebras-colombia-2024/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación [Research methodology].
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.
- Iglesias, A., & Bordignon, F. (2021). Taxonomía de actividades desconectadas para el desarrollo de pensamiento computacional. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 12(22), 119-135.
- López Rivero, A. F. (2023). *Estrategia didáctica basada en el enfoque STEM para afianzar las habilidades del pensamiento computacional en estudiantes de básica secundaria* (Informe final de trabajo de investigación). Universidad de Córdoba, Facultad de Educación y Ciencias Humanas.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: niños, computadoras e ideas poderosas*. Libros básicos.
- Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M. (2014). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practice*. Purdue University Press.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

- Thornburg, D. D. (2009). *Hands and Minds: Why Engineering is the Glue Holding STEM Together*. Thornburg Center for Space Exploration.
- Wing, J. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14.

Anexos.**Anexo1.** Proyecto Metodología Pensamiento de Diseño**PROYECTO: EXPERIENCIAS CREATIVAS EN RELACIÓN A STEM****DOCENTE: YANETH CHÍA FUENTES****ESTUDIANTE** _____**GRADO:** _____

**PROTOTIPO ROBÓTICO RECOLECTOR DE BASURA, AUTÓNOMO Y AUTOSOSTENIBLE
“SUNCLEANER”**

1. Problemática

La problemática de las basuras, en el municipio de Sogamoso, es bastante compleja, especialmente en los alrededores de la plaza de mercado, donde frecuentemente se observa acumulación de mucha basura. Todo esto se debe a la falta de conciencia ambiental en la gran mayoría de habitantes de la ciudad, que, a pesar de las diferentes campañas, realizadas por la empresa de servicios públicos de la ciudad, para desechar adecuadamente los residuos, en muchas ocasiones estos son arrojados en cualquier lugar, lo que genera malos olores y afecta la higiene e imagen de la ciudad.

2. Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo robótico, recolector de basura, autónomo, sostenible, que se alimenta por energía solar.

3. Materiales

ID	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Sensor ultrasónico		3
2	Paneles solares		2
3	Motor		1
4	Arduino	uno	1
5	Piezas impresión 3D		2
6	Brazo robótico		1
7	Protoboard		2
8	Jumpers	Macho- Macho	20
9	Jumpers	Macho- hembra	20
10	Cable	Calibre 12	2m

4. Fases Desing and Thinking

Empatizar: En esta fase se realizó entrevista al director de aseo de la ciudad de Sogamoso, para indagar acerca del proceso de recolección y disposición de basuras e identificar puntos críticos en la ciudad de Sogamoso.

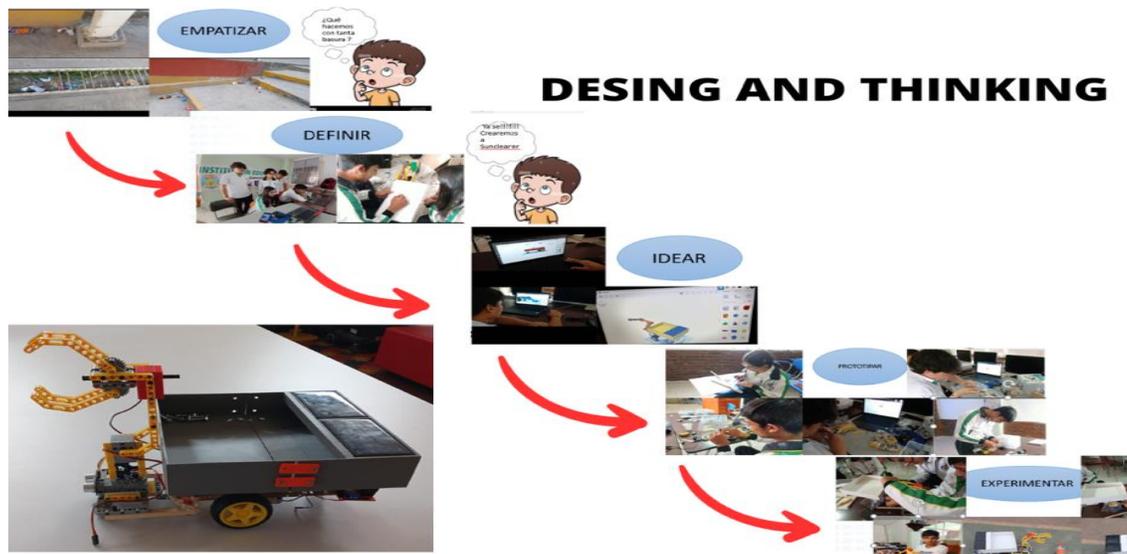
Definir Para dar solución a la problemática de las basuras en la ciudad de Sogamoso, se propone el diseño y construcción de un prototipo robótico, que identifica, recoge y almacena la basura, llamado Suncleaner, que funciona con energía solar, es autónomo.

Idear. En esta fase, se identifican las características y limitaciones para la construcción del prototipo robótico, se definen los materiales, se diseñaron en Thinkercad prototipos rápidos para determinar su viabilidad.

Prototipar: En esta etapa, se construye e prototipo del recolector de basura, autónomo y sostenible, utilizando los materiales, componentes seleccionados, para probar el prototipo en diferentes contextos y condiciones, realizando interacciones necesarias para mejorar su eficiencia y efectividad. Refinamos el diseño del prototipo

para cumplir con los requerimientos y atributos establecidos.

Experimentar: En esta última, realizamos pruebas del prototipo en un ambiente controlado y evaluamos su funcionalidad y eficiencia en recolección de residuos, realizamos pruebas de campo, en diferentes contextos, para evaluar su capacidad, obtuvimos comentarios y retroalimentación.



5. Funcionamiento

El prototipo robótico autónomo recolector de basura, "SunCleaner", sostenible está compuesto por un Arduino Uno, que se encarga de procesar la información y mover el robot. También tiene dos paneles solares, los cuales dan energía al dispositivo, dos motoredutores, un sensor ultrasónico, dos puentes HL298N y dos baterías de Lito recargables. Cuando el robot detecta la basura, con el sensor ultrasónico, el brazo se moverá automáticamente y la levantará para ponerla dentro de un lugar de almacenamiento. Gracias a los paneles solares el Robot, puede funcionar sin problemas los días soleados y por la noche utiliza las baterías y sin necesidad de operador humano.

6. Conclusiones

El prototipo robótico recolector de basura puede adaptarse y escalarse para satisfacer las necesidades específicas de diferentes comunidades y ciudades, lo que lo convierte en una solución versátil y flexible para los desafíos actuales y futuros de la gestión de residuos.

El desarrollo de este tipo de tecnología fomenta la innovación y la conciencia ambiental, generando oportunidades de empleo y contribuyendo al avance de una sociedad más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

La sostenibilidad del prototipo se logra mediante la incorporación de fuentes de energía renovable, como paneles solares, que alimentan el sistema de propulsión del robot y los mecanismos de recolección, lo que reduce la huella de carbono y promueve un medio ambiente más limpio.

El enfoque autónomo del prototipo permite su funcionamiento las 24 horas del día, los 7 días de la semana, lo que optimiza la recolección de basura y reduce los tiempos de respuesta a los desechos generados