

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

EVALUACIÓN DEL MODELO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS EN RELACIÓN CON EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Eduardo Miguel Parra Erazo  
Oscar Javier Penagos Barbosa

Facultad de Educación.  
Corporación Universitaria Minuto de Dios.  
Noviembre 30 de 2021

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

EVALUACIÓN DEL MODELO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS EN RELACIÓN CON EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Eduardo Miguel Parra Erazo  
Oscar Javier Penagos Barbosa

Director de Trabajo de grado  
Viviana Garzón Cardozo

Facultad de Educación.  
Corporación Universitaria Minuto de Dios.  
Noviembre 30 de 2021

RESUMEN ANALITICO ESPECIALIZADO (RAE)	
Título	EVALUACIÓN DEL MODELO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS EN RELACIÓN CON EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.
Autores	Eduardo Miguel Parra Erazo Oscar Javier Penagos Barbosa
Publicación	Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, 2021. 87 páginas
Unidad Patrocinante	Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO)
Palabras Clave	Pensamiento Computacional, ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, Robótica educativa, Pensamiento algorítmico, STEM.
Descripción	Documento para optar al grado de Máster en Innovaciones Sociales en Educación.
Fuentes	Papert., S. (1980). <i>Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas</i> . New York: Basic Books. Wing., J. (2006). Computational thinking. <i>Communications of ACM</i> , 33-35 Brennan, K. &. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. <i>American Educational Research Association</i> , 1-25. Román-González, M. P.-G.-C.-F. (2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. <i>Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)</i> , (págs. 14-16). Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. <i>RED. Revista de Educación a Distancia</i> . Ioannou, A. ,. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. <i>Education and Information Technologies</i> , 2531–2544.
Contenido	Capítulo 1: Panorama de investigaciones referidas a Pensamiento Computacional, STEM, ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y robótica educativa.  Capítulo 2: Análisis del contenido y actividades propuestas en el modelo de diseño de guías de aprendizaje STEM MD-Robotics, desarrollado por los profesionales del PCIS en el marco del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics.
Metodología	Este trabajo tiene como objetivo realizar la evaluación del modelo de guías de aprendizaje STEM MD-Robotics en relación con el

## AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

	<p>Pensamiento Computacional. Para esta evaluación se realizaron dos tipos de diseño, el primero una investigación documental que tenía como objetivo generar un panorama de las diversas investigaciones relacionadas a STEM, Pensamiento Computacional, ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y robótica educativa. La segunda una evaluación cualitativa del modelo de guía, para encontrar el nivel de desarrollo del Pensamiento Computacional en la misma.</p>
Conclusiones	<p>El ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y modelo de construcción de las guías de aprendizaje, propuestas por el Parque Científico de Innovación Social (PCIS) - UNIMINUTO, constituyen una apuesta que aporta al fortalecimiento de habilidades del Pensamiento Computacional, las habilidades matemáticas y la resolución de problemas, que responden de manera efectiva, a los requerimientos y retos que propone la OCDE y el marco de referencia PISA 2021 , a nuestro sistema educativo.</p>

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	12
<b>ANTECEDENTES E INICIATIVAS SOBRE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.</b>	17
<b>BUSCANDO UNA DEFINICIÓN Y UN MARCO DE REFERENCIA PARA P.C.</b>	19
1. Descomposición de problemas.	21
3. Abstracciones: Posible solución para diversos problemas.	22
4. Diseño de algoritmos.	24
<b>EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.</b>	25
<b>METODOLOGÍA.</b>	28
<b>INSTRUMENTOS.</b>	28
<b>PROCEDIMIENTO</b>	29
<b>RESULTADOS.</b>	30
<b>ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE.</b>	36
<b>INTERACCIÓN ENTRE EDUCACIÓN STEM, AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y P.C.</b>	39
<b>METODOLOGIA DE ANALISIS DEL MATERIAL PEDAGÓGICO, MODELO DE GUÍA 1 PARA EL DOCENTE -SEXTO GRADO STEM MD-ROBOTICS Y SU RELACIÓN CON EL P.C.</b>	43
<b>RECOLECCION DE DATOS.</b>	46
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL P.C Y SUS COMPONENTES EN LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN EL MODELO DE GUÍA 1 PARA EL DOCENTE -SEXTO GRADO.</b>	48
<b>CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.</b>	75
<b>Bibliografía</b>	85

## INDICE DE TABLAS.

TABLA 1. Estudios respecto a Pensamiento computacional.	32
TABLA 2. Distribución de tecnología por documento analizado.	35
TABLA 3. Investigaciones respecto a evaluación del P.C.	35
TABLA 4. Estudios respecto a robótica educativa y su relación con P.C.	38
TABLA 5. Clasificación de componentes en las dimensiones del P.C presentes guía 1 para el docente -sexto grado.	45
TABLA 6. Conceptos computacionales - diseño de algoritmos.	48
TABLA 7. Conceptos computacionales - lógica matemática.	50
TABLA 8. Conceptos computacionales - internet	53
TABLA 9. Practicas computacionales – programación	54
TABLA 10. Practicas conceptuales - análisis y solución de problemas	56
TABLA 11. Practicas conceptuales - datos e información.	59
TABLA 12. Practicas conceptuales - abstracción	61
TABLA 13. Practicas conceptuales - modelado	62
TABLA 14. Practicas conceptuales – modularización.	63
TABLA 15. Practicas conceptuales - descomposición	64
TABLA 16. Prácticas conceptuales - simulación	66
TABLA 17. Prácticas conceptuales - robótica.	67
TABLA 18. Perspectivas conceptuales – colaboración / comunicación.	69
TABLA 19. Perspectivas conceptuales – creatividad	70
TABLA 20. Perspectivas conceptuales – impactos sociales y éticos	72

## INDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1. Ruta metodológica (Londoño, 2016)</i>	29
<i>Figura 2. Distribución de investigaciones según temáticas abordadas. (Elaboración propia)</i>	30
<i>Figura 3. Modelo de código de las palabras claves a partir del sistema de referencias (Elaboración propia)</i>	31
<i>Figura 4. Distribución de las investigaciones por año de publicación.</i>	33
<i>Figura 5. Número de documentos según su tipo.</i>	33
<i>Figura 6. Contexto en que se desarrollan las investigaciones.</i>	34
<i>Figura 7. Número de documentos según criterio específico.</i>	34
<i>Figura 8. Ítem 8 del Test Marco Román. Bucles-repetir veces; “el laberinto”; Visual por bloques; Con anidamiento; Secuenciación.</i>	26
<i>Figura 9. Ítem 9 del Test Marco Román. Bucles-repetir veces; “El Lienzo”; Textual; in anidamiento; Depuración.</i>	26
<i>Figura 10. Descripción del marco conceptual del Pensamiento Computacional. (Brennan, 2012)</i>	44
<i>Figura 11. Portada de la guía #1 para el docente -sexto grado.</i>	47
<i>Figura 12. Ejemplo de diseño de algoritmos. Página. 3</i>	49
<i>Figura 13. Ejemplo de lógica matemática. Página 12.</i>	52
<i>Figura 14. Ejemplo de uso de internet. Pagina. 8</i>	54
<i>Figura 15. Ejemplo de programación. Pagina. 20</i>	55
<i>Figura 16.. Ejemplo de análisis y solución de problemas. Pagina. 10</i>	57
<i>Figura 17. Ejemplo de datos e información. Pagina. 13.</i>	60
<i>Figura 18. Ejemplo de abstracción. Pagina. 11</i>	62
<i>Figura 19. Ejemplo de modelado. Pagina. 24</i>	63
<i>Figura 20. Ejemplo de modularización. Pagina. 8</i>	64
<i>Figura 21. Ejemplo de descomposición. Pagina. 12</i>	65
<i>Figura 22. Ejemplo de simulación. Pagina. 20</i>	67
<i>Figura 23. Ejemplo de robótica. Pagina. 21</i>	68
<i>Figura 24. Ejemplo de colaboración / comunicación. Pagina. 23</i>	70
<i>Figura 25. Ejemplo de creatividad. Pagina. 25.</i>	71
<i>Figura 26. Ejemplo de impacto social y ético. Pagina. 7</i>	73
<i>Figura 27. Ejemplo de impacto social y ético. Pagina. 6</i>	74

## RESUMEN.

Este documento presenta una evaluación del modelo de diseño de guías propuesto en el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics en relación con el pensamiento computacional, para esta evaluación se propusieron dos grandes objetivos; el primero, reconocer el panorama detallado sobre las investigaciones y material indexado referido a Pensamiento Computacional, robótica educativa y ambiente de aprendizaje STEM. Para lograr el primer objetivo se realizó una revisión documental cualitativa interpretativa, en bases de datos especializadas. Se usaron los descriptores: pensamiento computacional, educación STEM y robótica educativa. Este estudio se enfoca en la intersección de estos tres descriptores y particularmente entender y determinar cuál es la relación que existe entre el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y el Pensamiento Computacional. Como resultado se obtuvo un análisis de 62 documentos publicados desde el año 2016 a marzo de 2020, se realizó la clasificación de acuerdo con el idioma, tipo de investigación, tecnología utilizada, nivel educativo, problema que resuelve, metodología aplicada y resultados. Las experiencias educativas se ubican principalmente en los niveles primaria y secundaria y se destacan los beneficios en cuanto a habilidades de pensamiento computacional en sus niveles de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, algoritmos y simulación. Para lograr el segundo objetivo, se toma en cuenta los hallazgos del primer objetivo, y se realiza el análisis del modelo de construcción de guías de aprendizaje, elaborado por los profesionales del Parque Científico de Innovación Social (PCIS)- UNIMINUTO, para establecer la relación entre el ambiente de aprendizaje STEM y el desarrollo de habilidades de Pensamiento Computacional, en donde, las experiencias educativas están aplicadas a estudiantes pertenecientes a los grados de la básica secundaria. Se evaluaron 15 categorías del Pensamiento Computacional presentes en el modelo de construcción de guías de aprendizaje. Los hallazgos permiten identificar en el material creado por los profesionales de la unidad STEM MD- Robotics, la existencia de procesos de aprendizaje que facilitan

el desarrollo del pensamiento computacional y cómo éste se aplica como estrategia en la resolución de los problemas a los retos propuestos.

Palabras Clave: pensamiento computacional, STEM MD-Robotics, Robótica educativa, Pensamiento algorítmico, ambiente de aprendizaje STEM.

## ABSTRACT

This document presents an evaluation of the guide design model proposed in the STEM MD Robotics learning environment in relation to computational thinking. Two main objectives were proposed for this evaluation; the first, to recognize the detailed panorama on the investigations and indexed material referred to Computational Thinking, educational robotics and STEM learning environment. To achieve the first objective, a qualitative interpretative documentary review was carried out in specialized databases. Descriptors were used: computational thinking, STEM education, and educational robotics. This study focuses on the intersection of these three descriptors and particularly understanding and determining what is the relationship that exists between the STEM MD-Robotics learning environment and Computational Thinking. As a result, an analysis of 62 documents published from 2016 to March 2020 was obtained, the classification was made according to the language, type of research, technology used, educational level, problem solved, applied methodology and results. The educational experiences are located mainly at the primary and secondary levels and the benefits in terms of Computational Thinking skills are highlighted in their levels of decomposition, abstraction, pattern recognition, algorithms and simulation. To achieve the second objective, the findings of the first objective are taken into account, and the analysis of the learning guide construction model is carried out, prepared by the professionals of the Social Innovation Science Park (PCIS) - UNIMINUTO, to establish the relationship between the STEM learning environment and the development of Computational Thinking skills, where educational experiences are applied to students belonging to the lower secondary grades. 15 Computational Thinking categories present in the learning guide construction model were evaluated. The findings allow us to identify in the material created by the professionals of the STEM MD-Robotics unit, the existence of learning processes that facilitate the development of Computational Thinking and how it is applied as a strategy in solving problems to the proposed challenges.

Key Words: Computational Thinking, STEM MD-Robotics, Educational Robotics, Algorithmic Thinking, STEM learning environment.

## INTRODUCCIÓN.

La única habilidad competitiva a largo plazo es la habilidad para aprender.

Seymour Papert

El acelerado ritmo tecnológico, sumado al exponencial incremento de las velocidades de cálculo y almacenamiento, así como, la ubicuidad de los computadores, es decir, el alto grado de interacción de las personas con la tecnología, como una tendencia que llega a ser natural, dado que es inherente a una gran cantidad de sus actividades cotidianas, ha generado una necesidad urgente de desarrollar en nuestro niños y jóvenes, la capacidad de entender el funcionamiento lógico de la máquina, de desarrollar habilidades de Pensamiento Computacional, para así poder aprovecharla para cambiar su entorno e impactar de manera positiva su comunidad, entendiendo que el conocimiento no tiene sentido, si no se usa para transformar al individuo y que éste trascienda en beneficio a la sociedad.

El Pensamiento Computacional o (Computational Thinking)(en adelante P.C), es un término usado para referirse al proceso de pensamiento, que hace uso del análisis y la algoritmia, para entender y dar solución a problemas, surge como un método para referirse a la capacidad de las personas para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, entendiéndolo más allá de los límites de la programación y abordándolo como la habilidad de conceptualizar, de entender los problemas y hallar soluciones que puedan ser llevados a un agente de cómputo, de tal manera, que potencie en los individuos capacidades como la creatividad, el razonamiento y el pensamiento crítico, estimulando la creación de un colectivo de productores de tecnología o prosumidores, capaces de enfrenar los crecientes retos de manera interdisciplinaria, creativa e innovadora, aprendiendo, enfrentando nuevos desafíos, resolviendo problemas y creando nuevas soluciones.

En este sentido, la educación STEM (Acrónimo de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y los programas de robótica educativa integrados en ambientes de

aprendizaje, son un marco atractivo para adquirir competencias de Pensamiento computacional y su aplicación pretende generar niveles de aprehensión de conocimiento, realmente significativos en los estudiantes, logrando un alto nivel de desarrollo cognitivo, gracias a la implementación de prácticas dinámicas, motivadoras e innovadoras en el aula, ampliando el concepto de competencia digital, respondiendo a esas dinámicas, surge al ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics como propuesta del Parque Científico de Innovación Social PCIS – UNIMINUTO , y con ésta, la necesidad de evaluar el material pedagógico del proyecto para determinar su grado de incidencia en el desarrollo de habilidades de Pensamiento computacional en los estudiantes.

Los estudiantes al momento de pensar en el diseño de una solución, a determinada situación problema o reto que se les plantea, y que por lo general responde a su contexto real cercano, necesitan conocer y dominar herramientas tecnológicas actualizadas, para que dicha solución, se ajuste a la realidad y haga aprovechamiento efectivo de los recursos computacionales. Esta metodología será un facilitador crucial para obtener y fortalecer de forma consistente, segura y divertida, las habilidades y destrezas que exige la sociedad del siglo XXI, para así prepararlos para su exitosa inclusión en el mercado laboral futuro, mejorando sus perspectivas, y contribuir a la evolución de su entorno personal, familiar y social

### **PREGUNTA PROBLEMA**

¿Cuál es la relación entre el modelo de diseño de guías de aprendizaje, propuestas en el marco del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y el desarrollo del pensamiento computacional.?

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Evaluar el modelo de diseño de guías STEM MD-Robotics en relación con el pensamiento computacional

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar las investigaciones referidas a pensamiento computacional, la educación STEM y la robótica educativa, para generar un panorama de los estudios realizados, que los aborden y la interrelación entre ellos.
- Evaluar el modelo de diseño de guías de aprendizaje, desarrollado por los profesionales del PCIS en el marco del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, con el fin de determinar su incidencia o no, en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional generalizables, en diferentes actividades de resolución de problemas.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

Tomando como referencia los resultados del estudio trienal, realizado por la Organización para la Cooperación y del Desarrollo Económicos (OCDE) con su Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA - 2018), en donde evalúan a los estudiantes que finalizan la educación obligatoria con el fin de determinar la eficacia de los sistemas educativos y en la que se evaluó el dominio de la lectura, la matemática y las ciencias en un ámbito innovador (competencia global), como herramienta para determinar, hasta qué punto los estudiantes han adquirido conocimientos y competencias básicas para su desempeño en sociedad

y su bienestar. Se halló que, en Colombia, los estudiantes en matemáticas obtuvieron un rendimiento menor que la media de la OCDE (76%), con un resultado de 391 puntos cercano al 35%, y un 1% obtuvieron un nivel superior, respecto a la media de la OCDE (11%). En cuanto a ciencias, los estudiantes alcanzaron (413 puntos) cercano al 50% de la media de la OCDE (76%), y un 1% obtuvieron un nivel superior, respecto a la media de la OCDE (7%). Ubicando a los estudiantes de nuestro país en el nivel dos de cuatro (básico). (OECD, 2018)

Sumado a estos resultados encontramos que el marco de referencia para la prueba PISA 2021 (PISA, 2021) indica que a partir de este año se incluirá en la evaluación una nueva área del conocimiento que debe ser asumida por la educación básica de los países: el pensamiento computacional y su aplicación en matemáticas.

Tal como se indica en el marco de referencia (PISA, 2021): *“el uso cuidadoso de conjuntos de habilidades y herramientas de pensamiento computacional puede crear condiciones efectivas de aprendizaje de las matemáticas. Además, las herramientas de pensamiento computacional ofrecen un contexto en el que poder materializar constructos abstractos (explorando y relacionándose con conceptos matemáticos de un modo dinámico), así como expresar ideas de nuevas maneras e interactuar con conceptos a través de nuevos medios y herramientas representacionales.”* es así como a partir de la prueba año 2021 ésta se orientará a analizar la capacidad de los alumnos para resolver problemas, mediante el uso de algoritmos e incluirá también, una encuesta para analizar sus conocimientos y las habilidades digitales, esto como respuesta a las transformaciones de orden mundial y la demanda de ciudadanos competentes, capaces de razonar matemáticamente ante una realidad laboral mediada por lo digital.

Esto lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre el modelo de diseño de guías de aprendizaje, propuestas en el marco del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y el desarrollo del pensamiento computacional?, ya que, durante los años 2019 y 2020 profesores y estudiantes de colegios públicos y privados, tuvieron la oportunidad de implementar el ambiente de

aprendizaje en sus instituciones, ¿será posible determinar que éstos procesos desarrollados, preparen a los estudiantes para enfrentar las nuevas áreas del conocimiento que será evaluada en las pruebas PISA?.

Esta investigación buscar generar un panorama de los estudios realizados, que aborden P.C, STEM, robótica educativa y ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y la interrelación entre estas, además, analizar si el contenido y actividades propuestas en el modelo de construcción del material pedagógico elaborado en el marco de la propuesta de aprendizaje STEM MD-Robotics, responde a la necesidad de desarrollar en los estudiantes habilidades en el campo del pensamiento computacional.

## ANTECEDENTES E INICIATIVAS SOBRE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

“El pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no sólo para los informáticos. A la lectura, la escritura y la aritmética, deberíamos añadir el pensamiento computacional como una capacidad analítica de cada niño.  
"Jeannette M. Wing

El término “Pensamiento Computacional”, nos remite a la propuesta constructorista de Seymour Papert (Papert., 1980) , para referirse, a la implementación del pensamiento procesal en los estudiantes, a través de la programación de computadoras mediante el lenguaje LOGO, en lo que se considera, el primer acercamiento a relacionar el uso de máquinas y el desarrollo de habilidades cognitivas.

Pero fue en 2006 , que éste se acuñó como término, en un artículo fundamental de Jeannette Wing, vicepresidente corporativo de Microsoft Research y profesora de Computer Science Department Carnegie Mellon University, quien utilizó y popularizó el concepto de P.C., para referirse al *“Proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas y sus soluciones, para que las soluciones estén representadas en una forma, que puede ser realizada efectivamente, por un agente de procesamiento de información”*. (Wing., 2006)

Al respecto, la autora hace énfasis en que el pensamiento computacional, debería ser tan fundamental como la lectura, la escritura y la aritmética. Ella caracteriza el pensamiento computacional como: *"pensar como un informático"* (Wing., 2006) y cómo *"formular un problema y expresar su(s) solución(es), de tal manera que, una computadora, humana o máquina, la pueda llevar a cabo de manera efectiva"* (Wing., 2006) , entre tanto (Barr, 2011), lo define como *“Un enfoque para resolver problemas de una manera que pueda ser resuelta por un ordenador...una metodología de resolución de problemas que se puede transferir y aplicar a través de asignaturas.”*

A medida que las herramientas de procesamiento de información se están volviendo cada vez más ubicuas, el pensamiento computacional se convierte en una habilidad esencial para todas las personas, ya que favorece la capacidad de análisis y la comprensión de la relación de diferentes ideas, para llegar a una representación lógica de procedimientos, algoritmos y estructuras de datos. Para (Wing., 2006) el pensamiento computacional debería considerarse como : *“Una habilidad central, no solo en los procesos de programación de computadoras, sino en todas las acciones que involucran la capacidad analítica humana”*, además, con respecto a la interacción entre pensamiento computacional y STEM, sostiene la autora que: *“es una competencia que debe añadirse a la capacidad de análisis de cada niño, como un ingrediente fundamental de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), aprendizaje que incluye una serie de herramientas mentales, que reflejan la amplitud del campo de la informática”* (Wing., 2006)

(Weintrop, 2016) parafraseo la definición como: *“El pensamiento computacional es el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas, para que sus soluciones se representan como pasos computacionales y algoritmos, que se pueden llevar de manera efectiva, y que fuera por un agente de procesamiento de información”*. Sin embargo, aún los académicos y las investigaciones continúan direccionadas en mejorar la práctica y medición del pensamiento computacional, ya que, como menciona en su artículo el autor (Pelar, 2018): *“este es un concepto aún en construcción”*.

Destacamos el ejercicio de investigación realizado por (S. Amry, 2019), quienes se refieren al pensamiento computacional como: *“Proceso cognitivo de resolución de problemas como un conjunto de habilidades del siglo XXI, o el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas y la expresión de soluciones basadas en informática”*.

Si bien esta definición es acertada, en el estudio realizado por (Weintrop, 2016) se complementa argumentando que: *“el pensamiento computacional no sólo se*

caracteriza por habilidades, sino también por actitudes o disposiciones, como: la seguridad ante la complejidad, la persistencia a la hora de trabajar con problemas difíciles y la capacidad de tratar con problemas abiertos”.

Por su parte, el autor Echeverría presenta una definición más ligada a sus campos de aplicabilidad, al afirmar que: *“La práctica del pensamiento computacional es la misma que manejan los informáticos, a saber; modelado, sistematización y automatizando, construyendo y dirigiendo maquinaria, generación de sistemas de procesamiento de información, diseñar sistemas, fomentar la creatividad codificando juegos, etc.”* (L. Echeverría, 2019). Sin embargo, hallamos que (Citta, 2019) con respecto a la noción de pensamiento computacional, afirman que: *“es controvertida, ya que no existe una definición consensuada o universal de este término en la literatura.”* entre tanto, (Ioannou, 2018) concluye que las opiniones expresadas por estos autores se volvieron inconsistentes sobre la posición real del pensamiento computacional en las habilidades del siglo XXI. Sin embargo, afirman que: *“desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los niños es fundamental, para poder desarrollarse en el siglo XXI, teniendo en cuenta materiales de aprendizaje y enfoques de aprendizaje adecuados”*.

A pesar de la falta de una definición unificada, hay algunos componentes que los investigadores coinciden en que son aspectos importantes del pensamiento computacional, como la abstracción, la descomposición, la búsqueda de patrones, la construcción de algoritmos y la depuración. (<https://www.csteachers.org>, 2011), (García-Peñalvo, 2016)

## MARCO DE REFERENCIA PARA EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

La Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE®) (<https://www.iste.org/>, s.f.), y la Asociación de Docentes en Ciencias de la Computación (CSTA) (<https://www.csteachers.org>, 2011), en colaboración con (Brennan, 2012) y otros líderes de educación superior, de la industria y de educación escolar(K-12), desarrollaron la siguiente definición operativa del pensamiento

computacional, que suministra un marco de referencia: “*Es un proceso de solución de problemas que incluye (pero no se limita a) las siguientes características*”:

1. Formular problemas de manera que permitan usar computadores y otras herramientas para solucionarlos.
2. Organizar datos de manera lógica y analizarlos.
3. Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones.
4. Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
5. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones, con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos más eficiente y efectiva.
6. Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas, a una gran diversidad de estas habilidades, que se apoyan y acrecientan, mediante una serie de disposiciones o actitudes, que son dimensiones esenciales del P.C.

Estas disposiciones o actitudes incluyen:

7. Confianza en el manejo de la complejidad.
8. Persistencia al trabajar con problemas difíciles.
9. Tolerancia a la ambigüedad.
10. Habilidad para lidiar con problemas no estructurados.
11. Habilidad para comunicarse y trabajar con otros, para alcanzar una meta o solución común.

Al respecto, Google ha aportado su propia definición de pensamiento computacional: “*Un conjunto de habilidades y técnicas de solución de problemas, que los ingenieros de software usan para escribir los programas informáticos, que subyacen a las aplicaciones que usamos a diario*” (...)

Las 4 fases específicas del pensamiento computacional son:

- Descomposición de un problema o tarea en pasos discretos.

- Reconocimiento de patrones (regularidades).
- Generalización de dichos patrones y abstracción (descubrir las leyes o principios que causan dichos patrones).
- Diseño algorítmico (desarrollar instrucciones precisas para resolver el problema y sus análogos).

(Wing., 2006) en su estudio “Computational thinking and thinking about computing”, describe de la siguiente manera esas 4 fases:

### **1. Descomposición de problemas.**

La descomposición de problemas permite la división de problemas complejos en problemas de fácil manejo, más pequeños y a su vez simples. La descomposición presenta una relación estrecha con la abstracción, siendo un paso importante para poder abstraer partes específicas, seleccionando los elementos más relevantes, los clasifica en categorías y los asigna en un orden estructurado. Posteriormente nuevos investigadores, lo definen como el “*proceso de descomponer un problema en sus subcomponentes*” (Jaipal-Jamani, 2016) el lograr fraccionar los problemas en los problemas más pequeños que lo componen, permite lograr una solución mucho más efectiva.

La forma común de descomponer los problemas que se analizan en ciencias de la computación, según (Verron., 2010) es: “*Dividir el problema por su estructura, función, secuencia y dependencia*” así ,la descomposición estructural consiste en descomponer el problema en subpartes y resolver cada una por separado, la descomposición funcional desglosa el problema , separándolas de modo que cada una pueda analizarse por separado, la descomposición secuencial determina el orden de las operaciones en un proceso u otra secuencia de pasos, y la descomposición por dependencia desglosa el problema, de qué partes dependen otras partes. Cada una de estas formas de descomponer un problema, resulta ser

más eficaz en situaciones específicas, dependiendo de la información que se necesite para resolver el problema.

## **2. Reconocimiento de patrones como medio para optimizar procesos.**

Los patrones son una herramienta importante para el análisis de la programación, ya que evitan el repetir partes del código, procedimientos o diagramas de flujo, y además, permite encontrar puntos en común. Bajo este concepto, entendemos los patrones, como el conjunto de normas que, aplicadas a situaciones en diversos contextos, logran la resolución de un problema, lo que constituye, en disminución en tiempo y recursos. En otras palabras, los patrones son aquellas similitudes entre los subproblemas en que se divide el problema macro, o entre problemas que se hayan resuelto en el pasado, así, cuantos más patrones se logren encontrar, mucho más sencillo será el abordaje y resolución del problema. El reconocimiento de patrones permitirá establecer conexiones entre problemas y experiencias similares. Según el autor "El reconocimiento de patrones se da, cuando identificamos los arreglos y relaciones entre partes de un conjunto de datos. Siendo este reconocimiento, la clave para identificar causas y correlaciones y, en última instancia, hacer predicciones. (Zapata-Ros M. , 2015).

## **3. Abstracciones: Posible solución para diversos problemas.**

(Devlin, 2003) Podemos entender la abstracción, como el proceso de eliminar detalles para simplificar, y esto conlleva, a no considerar una o más propiedades de un objeto complejo a fin de atender las demás.

Este proceso de generalización para identificar el núcleo común o esencial se basa en:

- El proceso de formulación general de conceptos para abstraer propiedades comunes de las instancias.
- Un concepto general formado por la extracción de características comunes, a partir de ejemplos específicos.

El autor señala de manera clara y concisa: *“Una vez que te das cuenta de que la informática tiene que ver con la construcción, manipulación y razonamiento acerca de abstracciones, se hace evidente que un prerrequisito importante para la buena escritura de programas de computador, es la capacidad para manejar abstracciones de manera precisa”*. (Devlin, 2003) Al respecto, Wing confirma la importancia de la abstracción en el pensamiento computacional, haciendo hincapié en la necesidad de pensar en múltiples niveles de abstracción. Según la autora: *“La esencia del pensamiento computacional es la abstracción”, donde las personas obtienen información relevante (y descartan datos irrelevantes) de sistemas complejos para generar patrones, y encontrar puntos en común entre diferentes representaciones*. (Wing., 2006). La abstracción tiene capas, por lo que se debe definir cada capa y aclarar las relaciones entre ellas. *Esto implica, según Wing: (a) abstracción en cada capa, (b) abstracción como un todo, y (c) interconexión entre capas. Por ejemplo, definir un algoritmo es un tipo de abstracción: la “abstracción de un procedimiento paso a paso para tomar entradas y producir alguna salida deseada”* (Wing, 2010).

Por su parte (C. Ghezzi, 2003) identifica la abstracción, como uno de los principios fundamentales de la ingeniería de software, para poder dominar la complejidad. y autores como (Hazzan, 1999), también han propuesto la abstracción, como un pilar básico para las matemáticas y la computación, así pues, la abstracción permite que se identifique la información importante, mientras ignoramos esos detalles que no están relacionados o son irrelevantes para la solución del problema. Cuando hacemos abstracción, estamos ordenando los pasos de un proceso, estamos clasificando en categorías y, a su vez, empleamos técnicas para simplificar un sistema complejo.

#### **4. Diseño de algoritmos.**

Un algoritmo es una secuencia finita de instrucciones, para resolver un tipo específico de problema. Las características fundamentales de un algoritmo son finitud, definibilidad, entrada, salida y efectividad. (Sullivan A. y., 2016) Al encontrar similitudes entre los pequeños problemas, se pueden crear y organizar las instrucciones de manera lógica y secuencial, de tal manera, que lleguen a una solución, tratando de ser lo más genérico posible. Lo anterior, permite que problemas similares, puedan ser resueltos con un algoritmo igual o similar al diseñado desde un primer momento. Al respecto, (Brennan, 2012) argumenta que actualmente el pensamiento computacional, está adquiriendo cada vez más relevancia, por el rápido desarrollo de las nuevas tecnologías. Esto, está dando lugar a la creación de una tendencia global, que empieza a considerar la enseñanza de la programación en el aula, como una actividad fundamental de cara al futuro. (Zaharin, 2018) En ese orden de ideas, la programación debe ser considerada como una asignatura necesaria en los currículos escolares, ya que fomenta el desarrollo lógico, la creatividad, el trabajo en equipo y con ello el pensamiento abstracto, base fundamental del pensamiento computacional. Cuando pensamos de manera secuenciada los pasos para resolver los problemas, estamos desarrollando una solución lógica, ordenada, secuencial y que pueda ser de fácil comprensión.

Por su parte, (L. Echeverría, 2019) asocian las habilidades de recopilación, modularización de problemas, abstracción, creación de algoritmos y procedimientos y coincidiendo en su apreciación (Pea, 2013) ha contribuido a la revisión de estado del arte en pensamiento computacional, incluyendo los siguientes elementos como fundamentales en el aprendizaje y evaluación del pensamiento computacional:

- Abstracción y generalización de patrones (incluyendo modelos y simulaciones).
- Procesamiento sistemático de la información.
- Sistemas simbólicos y representaciones.

- Nociones algorítmicas (diagramas de flujo de control).
- Descomposición estructurada de problemas (modularización).
- Pensamiento iterativo, recursivo y paralelo.
- Lógica condicional.
- Eficiencia y limitadores de rendimiento.
- Depuración y detección sistemática de errores.

Es necesario mencionar que en el año 2007 Microsoft y la Universidad Carnegie Mellon, crearon el Centro de Pensamiento Computacional Carnegie Mellon (Center for Computational Thinking Carnegie Mellon) patrocinado por Microsoft Research, y cuya misión y línea de trabajo en la actualidad, es avanzar en la investigación informática y abogar por el uso generalizado del pensamiento computacional, para mejorar la vida de las personas, para lograrlo, adelanta investigaciones simposios y talleres, además de proveer recursos web, audiovisuales y guías para el aula, orientadas a potenciar el pensamiento computacional en diferentes áreas de conocimiento.

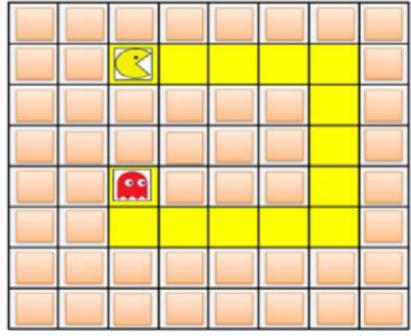
### EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

En este aspecto, los autores coinciden en que existe un vacío sobre como evaluar y medir el pensamiento computacional, sin embargo, actualmente disponemos de algunas propuestas con las que se contrarresta esta situación , una de ellas es el Test de Marcos Román González (González, 2015); es una herramienta fácil de utilizar, cuyo grado de dificultad es apropiado para estudiantes de los ciclos III y IV, como forma de evaluar si hubo ganancia en las habilidades del pensamiento computacional, implementando un test previo a las actividades y la realización de otro al finalizar las mismas. De esta manera, se podrán comparar los diferentes resultados obtenidos por los estudiantes.

El test de Marcos Román González (González, 2015), consta de 28 preguntas de múltiple respuesta con cuatro opciones, Ver figura 9, relacionadas con los principios

de computación, las cuales se encuentran distribuidas en orden gradual de dificultad, y que corresponden a un total de 40 ítems o criterios de valoración. La prueba consiste en una serie de retos, que pretenden que el estudiante estructure el código, que permita mover al personaje por una serie de laberintos, y cuyo objetivo es medir el nivel de pensamiento computacional del estudiante. Ver figuras 1 y 2.

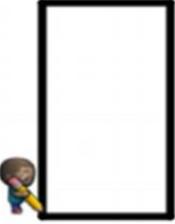
¿Qué órdenes llevan a "Pac-Man" hasta el fantasma por el camino señalado?



<p>Opción A</p> <pre> repetir 4 veces   haz     repetir 3 veces       avanzar     girar a la derecha 90°   avanzar           </pre>	<p>Opción B</p> <pre> repetir 3 veces   haz     repetir 4 veces       avanzar     girar a la derecha 90°   avanzar           </pre>
<p>Opción C</p> <pre> repetir 3 veces   haz     repetir 4 veces       avanzar     girar a la derecha 90°   avanzar           </pre>	<p>Opción D</p> <pre> repetir 3 veces   haz     avanzar   repetir 3 veces     haz       girar a la derecha 90°   avanzar           </pre>

Figura 1. Ítem 8 del Test Marco Román. Bucles-repetir veces; "el laberinto"; Visual por bloques; Con anidamiento; Secuenciación.

Para que el artista dibuje una vez el siguiente rectángulo (50 píxeles de ancho y 100 píxeles de alto), ¿en qué paso de la siguiente secuencia de órdenes hay un error?



<p>Opción A</p> <p>1 × [Avanzar 50 px. + Girar a la izquierda + Avanzar 100 px. + Girar a la izquierda]</p>	
<p>Opción B</p> <p>4 × [Avanzar 50 px. + Girar a la izquierda + Avanzar 100 px. + Girar a la izquierda]</p>	
<p>Opción C</p> <p>4 × [Avanzar 50 px. + Girar a la izquierda + Avanzar 100 px. + Girar a la izquierda]</p>	
<p>Opción D</p> <p>4 × [Avanzar 50 px. + Girar a la izquierda + Avanzar 100 px. + Girar a la izquierda]</p>	

Figura 2. Ítem 9 del Test Marco Román. Bucles-repetir veces; "El Lienzo"; Textual; in anidamiento; Depuración.

(Golnaz, 2020) en su artículo describe la implementación de un enfoque de evaluación, para una unidad de biología de la escuela secundaria, después de 10 días con actividades de pensamiento computacional, y utilizando puntajes pre-post, logra identificar en los estudiantes, ganancias positivas y negativas desarrolladas en la práctica de pensamiento computacional.

Por su parte, (Curasma, 2019) argumenta en su investigación, que unos de los desafíos de los cursos de computación, es motivar a los estudiantes, quienes perciben la programación como una tarea difícil. El autor, en su investigación, hace uso de la placa Arduino y la reconoce: *“como una herramienta para mejorar las habilidades de programación y facilitar el trabajo en equipo”*. Realizó una evaluación del pensamiento computacional por medio de conceptos, prácticas y perspectivas computacionales, de las actividades que realizan con la placa Arduino los estudiantes de 5 ° grado de secundaria, de la Institución Educativa Técnica Parroquial José Obrero en Lima. Perú, sin embargo, no menciona la aplicación de un instrumento estandarizado. El autor, en su investigación, hace uso de la placa Arduino y la reconoce: *“como una herramienta para mejorar las habilidades de programación y facilitar el trabajo en equipo”*. Realizó una evaluación del P.C por medio de conceptos, prácticas y perspectivas computacionales de las actividades que realizan con la placa Arduino los estudiantes de 5 ° grado de secundaria de la Institución Educativa Técnica Parroquial José Obrero en Lima. Perú, sin embargo, no menciona la aplicación de un instrumento estandarizado

(Zapata-Ros, 2015) al respecto señala: *“Aunque los efectos positivos pueden ser observados desde la práctica y la experiencia, sigue existiendo esa necesidad de elaborar instrumentos, para poder realizar una medición del pensamiento computacional”*. Es importante mencionar que no son suficientes las investigaciones que describan la evaluación de pensamiento computacional, por lo que se requiere más estudios sistemáticos para evaluar los impactos que generan las diferentes propuestas.

## **CAPITULO 1:**

### **PANORAMA DE LAS DIVERSAS INVESTIGACIONES REFERIDAS A PENSAMIENTO COMPUTACIONAL, STEM, AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y ROBÓTICA EDUCATIVA.**

#### **METODOLOGÍA.**

Para este objetivo se optó por realizar una investigación documental de tipo cualitativo-interpretativo, con el fin de generar un panorama actual del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, la robótica educativa y su interrelación con el pensamiento computacional, mediante un estudio retrospectivo a partir de la valoración y caracterización de diversas investigaciones.

En esta revisión sistemática de la literatura, se realizó la compilación de investigaciones y experiencias, lo que permitió identificar, evaluar y determinar el panorama actual y las tendencias de la integración entre la educación STEM, pensamiento computacional, robótica educativa y ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, en pro de fortalecer los aprendizajes y habilidades de los estudiantes.

#### **INSTRUMENTOS.**

En primera instancia, se elaboró una matriz bibliográfica de contenido en Excel, para ordenar los resultados de la búsqueda de información, de acuerdo con: título, palabras clave, resumen del documento, autor, año de publicación, problema que resuelve, metodología, nivel educativo y si hace uso de robots, grado de escolaridad del grupo objetivo.

## PROCEDIMIENTO

Para el proceso de construcción del estado del arte, se realizó un análisis documental, partiendo desde dos subprocesos a saber: heurística y hermenéutica, buscando comprender e interpretar, las relaciones existentes entre los documentos encontrados.



Figura 3. Ruta metodológica (Londoño, 2016)

En la etapa heurística, se realizó la búsqueda y compilación de información, usando como fuente principal la base de datos Scopus; allí se encontraron un total de 62 investigaciones que responden al algoritmo: **"TITLE-ABS-KEY (((stem OR"science,technology,engineering and mathematics")w/4 education AND "computational thinking"))**, disgregadas en: informes científicos, publicaciones de libros, actas y documentos de conferencias, artículos de revistas de ciencia, educación y tecnología, capítulos de libros, estudios de casos y estudios de campo, Los anteriores grupos de publicaciones, corresponden a las que han sido realizadas entre los años 2016 a marzo de 2020, estas fuentes se organizaron en una matriz de contenido elaborada en Excel.

## RESULTADOS.

Se recolectaron y analizaron, un total de 62 documentos publicados del 2016 a marzo de 2020. De los cuales, 27 son referentes a habilidades de pensamiento computacional, 3 tratan sobre medición y evaluación de pensamiento computacional, 3 son sobre programación y STEM, 4 documentos tratan sobre programación y pensamiento computacional, 5 son referentes a robótica y pensamiento computacional, 2 tratan sobre robótica y programación, 2 abordan la robótica y STEM, 14 se refieren a STEM y pensamiento computacional y 2 corresponden a la intersección existente entre STEM, pensamiento computacional y robótica. De estos 58 son en idioma inglés y 4 en idioma español.

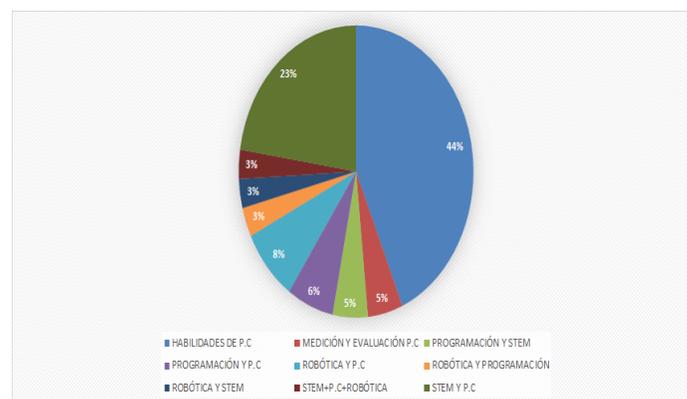


Figura 4. Distribución de investigaciones según temáticas abordadas. (Elaboración propia)

En la figura 4., se muestra que el 44% de estudios tratan sobre las habilidades de pensamiento computacional, y en porcentajes menores, los autores abordan las relaciones existentes entre pensamiento computacional, robótica y STEM, siendo notable que únicamente el 3% estudia la medición y evaluación del pensamiento computacional, y en ese mismo bajo porcentaje, se aborda la interrelación entre los tres conceptos, por esto, surge la necesidad de establecer un puente entre estas tres disciplinas.

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

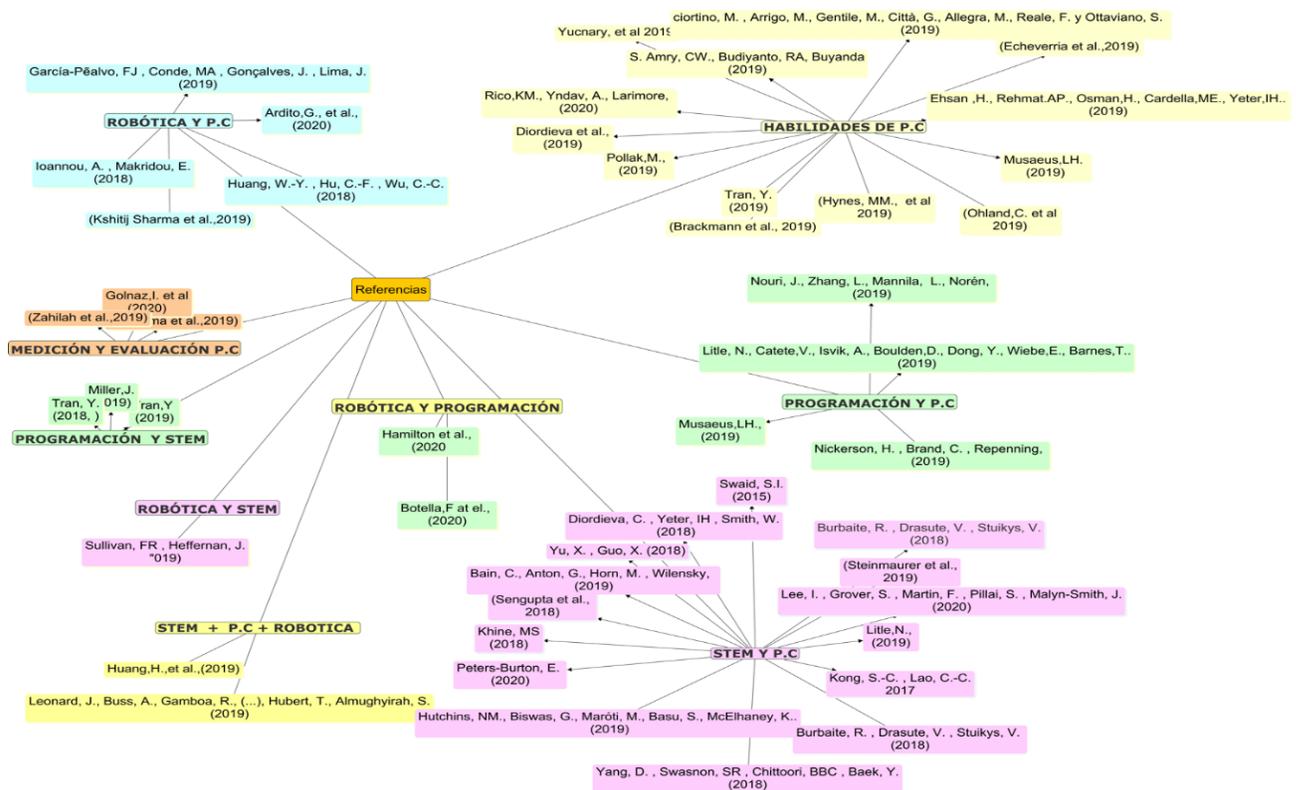


Figura 5. Modelo de códigos de las palabras claves a partir del sistema de referencias (Elaboración propia)

En la figura 5, se puede observar el modelo de códigos, donde se muestran los autores de los trabajos asociados a las categorías de búsqueda.

En este apartado, se analizaron 27 documentos que tratan de manera profunda el pensamiento computacional, de los cuales se destacan 19 investigaciones, 4 artículos, 3 memorias de conferencia y 1 estudio de caso, estos 27 estudios se revisaron teniendo en cuenta los cruces y las relaciones que se buscan evaluar en el ambiente de aprendizaje de STEM MD robotics, como el grado de escolaridad, la relación con los resultados en los procesos de enseñanza y si en su investigación utilizaban alguna herramienta con robótica.

La clasificación de estos se puede observar en la tabla 1.

AUTORES	TIPO DE DOCUMENTO	POBLACION OBJETIVO
S. Amry, CW., Budiyanto, (2019)	Memorias de conferencia	Nivel secundaria
S., Ahmad, S., Diordieva, C. (2019)	Investigación	Docentes
Ha,S., Jin,Y., Moore (2020)	Investigación	Docentes
Rico, KM., Yndav, A., Larimore, RA... (2020)	Articulo	Docentes
Citta,G., Gentile,M., Allegra. (2019)	Investigación	Nivel primaria
Echeverria, L., Cobos,R., Morales. (2019)	Investigación	Nivel primaria
Torres – Torres,Y.D., Roman – Gonzalez, M. (2019)	Investigación	Nivel primaria /secundaria
Musaeus,LH. (2019)	Investigación	Nivel secundaria
Ohland,C., Ehsan,H., Cardella,ME.. (2019)	Investigación	Hogar
Hynes, MM., Cardella, ME.(2019)	Investigación	Niños primaria
Ehsan,H., Rehmat.AP., Osman,H. (2019)	Estudio de caso	Hogar
Tran, Y. (2019)	Investigación	Niños primaria
Pollak., Ebner. (2019)	Investigación	Docentes
Gúmbatar,MS. (2019)	Investigación	Docentes
Kadjevich,DM: (2019)	Investigación	Estudiantes y docentes
Léonard,M., Peter,Y., Secq,Y. (2019)	Investigación	Nivel primaria
Lee,VR., Recker,M. (2018)	Investigación	Nivel primaria
Hutchins,N., Biswas,G.(2018)	Investigación	Nivel secundaria
Pelar, A., Friedrichsen,P. (2018)	Investigación	Niños secundaria
Litts, BK., Lewis, WE., Mortensen, CK. (2019)	Articulo	Niños primaria /secundaria
Pires, F., Maquine Lima, F.M., Melo,R.(2019)	Articulo	Nivel primaria
Ehsan, H. a (2019)	Memorias de conferencia	Nivel primaria
Hynes, MM a, Cardella, ME a, Moore, TJ a, Brophy, SP a, Purzer, S.	Memorias de conferencia	Nivel primaria

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Diordieva, C. Yeter (2019)	Investigación	Nivel primaria /secundaria
Dasgupta, A. Rynearson, AM, (2018)	Memorias de conferencia	Nivel primaria
Basu, S., Biswas, G., Sengupta (2016)	Investigación	Nivel primaria /secundaria
Weintrop, D., Beheshti, E. (2016)	Articulo	Publico general

TABLA 1. Estudios respecto a Pensamiento computacional. (Elaboración propia)



Figura 5. Distribución de las investigaciones por año de publicación.

Por otra parte, en la figura 6 se muestra la cantidad de documentos publicados por año, se encontró que el 51.6 % son publicaciones de 2019 frente a un 22.5% correspondientes al año 2018, y al 1.6% c del año 2017. La revisión de literatura nos permite evidenciar el aumento progresivo, en la cantidad de artículos indexados, teniendo en cuenta, que la información es con corte a marzo 2020, reflejando el creciente interés que las materias STEM y las investigaciones sobre pensamiento computacional que se han generado a nivel global.



Figura 6. Número de documentos según su tipo. (Elaboración propia)

En la Figura 7., se muestra que el 51.6 % de los resultados, corresponde a investigaciones, el 19.3% corresponde a memorias de conferencias, el 19.3% artículos, el 6.45 % a libros y el 3.2 % a estudios de caso, este análisis es importante, entendiendo que, la mayoría de los resultados son parte de memorias de conferencia, y se visibiliza la oportunidad de generar investigaciones en este campo.

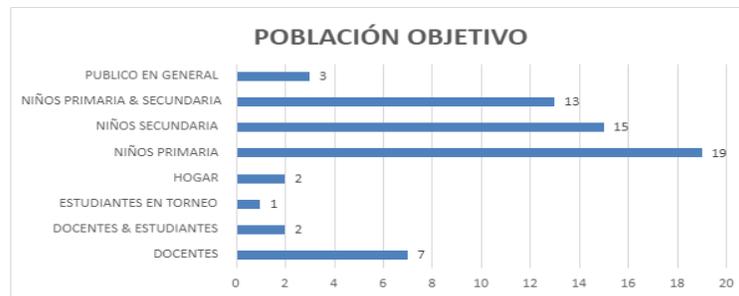


Figura 7. Contexto en que se desarrollan las investigaciones. (Elaboración propia)

En la figura 8 se puede observar que el 30.6 % de publicaciones están basadas en investigaciones realizadas en niños de primaria, el 24.1% exclusivamente con niños de secundaria y el 20.9% está orientado en niños tanto de primaria como de bachillerato, esto demuestra que el 75.8 % de los trabajos publicados tienen como punto focal niños de primaria y bachillerato.

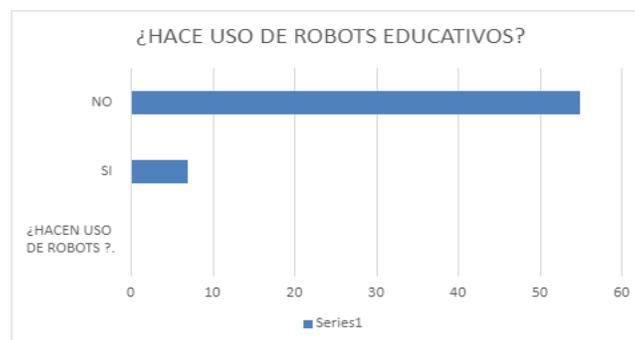


Figura 8. Número de documentos según criterio específico. (Elaboración propia)

La figura 9 muestra que, al clasificar los documentos con respecto al uso de robots educativos, se encontró que el solo el 12.9 % hace uso de algún tipo de estos artefactos, lo que permite evidenciar, que, del total de publicaciones, solo el 17.7 % está orientada a analizar el uso de robots en contexto educativos, como potencializadores de procesos de aprendizaje.

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

La principal tecnología que se implementa es Lego en sus diferentes versiones, con un 42.8 % de uso y Arduino, Net-logo y el kit RCK representan el 14.2% cada una, mientras que una investigación, que representa el 14.22% mencionan uso de robot, pero no especifican en marca comercial alguna. Ver tabla 2.

Tecnología implementada	Total
Lego	3
Arduino	1
Net-logo	1
KIT RCK	1
No se especifica	1
Total	7

TABLA 2. Distribución de tecnología por documento analizado. (Elaboración propia)

Al respecto, nuestra revisión de literatura nos evidencia, que existe ausencia de investigaciones de evaluación, ya que solo el 4.8 % de los resultados obtenidos, muestran estudios que han experimentado de manera empírica con evaluaciones, para determinar progreso en habilidades de P.C. Ver tabla 3.

AUTOR	TIPO DE DOCUMENTO	POBLACION OBJETIVO
Golnaz,I.,Sugat,D. Bain,C., Woods,P., Hall,K., Swanson,H., Horn,M., Wilensky, U..	Investigación	Nivel secundaria
Zahilah Mohamed Zaki, F., Wong,SL., Ridzwan Yaakub,M..	Investigacion	Nivel primaria /secundaria
Curasma,RP., Jara,NJ., Paucar – Curasma,H., Ornetta,VC..	Estudio de caso	Nivel primaria

TABLA 3. Investigaciones respecto a evaluación del P.C. (Elaboración propia)

## ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE.

“La robótica abre la puerta a un micro mundo de aprendizaje motivador y entretenido. El establecimiento de un vínculo entre el mundo digital y el mundo físico ayuda a presentar a los alumnos una tecnología clave para el futuro.”

Didier Roy

La robótica se concibe como un recurso de tecnología educativa que posee las propiedades necesarias para contribuir a desarrollar habilidades vinculadas a la codificación, programación y pensamiento computacional (Kshitij Sharma, 2019).

La robótica educativa, se fundamenta en los principios del constructivismo de Piaget y el construccionismo de Papert (Papert., 1980). Teorías donde se favorece el diseño, construcción y desarrollo de escenarios de aprendizaje, que impulsen el desarrollo de conocimientos y aprendizajes significativos, pasando del dominio abstracto al tangible, y puede ser abordada desde dos perspectivas; la primera, robótica como objeto de estudio, y la segunda, el proceso de aprendizaje donde el robot actúa como herramienta mediadora (Ioannou, 2018)

Al respecto, la autora (Huang, 2018) en su investigación menciona la siguiente definición de (Barr, 2011) : "*Concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer robótica e involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos*".

El termino robótica fue usado en 1950 por el escritor Isaac Asimov en su libro titulado "Yo, Robot". (Asimov, 1950) En el texto hacía referencia a máquinas futuristas automatizadas y construidas para reemplazar al ser humano en algunas de sus actividades. Pero no es sino hasta 1967 cuando una variante de este concepto, la robótica educativa, entra en escena precisamente fruto del trabajo de Papert en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), quien inicia el diseño del primer dispositivo programable con fines educativos, un robot en forma de tortuga controlado con el lenguaje de programación Logo. (Papert., 1980)

La robótica ha evolucionado desde aquellos primeros años permitiendo que hoy sea utilizada en muchas áreas del quehacer humano, desde actividades en el sector industrial, realizando tareas autónomas o automatizadas como: la limpieza de residuos radiactivos, la producción de automóviles, hasta su incorporación en el sector de la salud facilitando la ejecución de procedimientos quirúrgicos, de manera paralela, la robótica educativa ha evolucionado hasta convertirse en una disciplina, que trabaja en la creación de prototipos y software, para ser usados con fines pedagógicos en el aula de clases.

La robótica educativa como recurso de aula, se constituye en una manera de integrar conocimiento, que ahora mismo se imparte en distintas disciplinas, lo que genera fraccionamiento de los temas, y es precisamente en esta brecha, donde actúa como herramienta mediadora e interdisciplinaria, que permite un entorno de aprendizaje flexible, allí, a partir de la construcción y la programación de una máquina tangible y funcional, se hace verdaderamente significativo el conocimiento, fomentando entre otras capacidades , la motivación por aprender, el espíritu emprendedor, el trabajo en equipo ,la tolerancia al fallo y la resolución de problemas.

A través de la robótica educativa, el abordaje de los conceptos teóricos que en la mayoría de los casos suele ser confuso y abstracto, se puede llevar al plano práctico más fluido, donde el empoderamiento de las tecnologías lleva al estudiante a trabajar con mayor motivación, apropiándose y transfiriendo conocimiento de manera significativa.

Al respecto, se encontró que el autor Ioannou cita a *Odorico, 2004* para mencionar que:” *El empleo de un ambiente de aprendizaje basado en la robótica educativa ayuda al desarrollo de nuevas habilidades y conceptos, fortalece el pensamiento lógico, estructurado y formal del alumnado, desarrollando su capacidad para resolver problemas concretos.*” (Ioannou, 2018)

El proceso de enseñanza aprendizaje se ve favorecido con la mediación de robótica educativa, en la medida en que el estudiante comprende la integración entre la teoría y la práctica, todos los conceptos que podrían quedar relegados a unos

apuntes de clase, cobran relevancia al ser aplicados y contextualizados en situaciones reto reales, donde el robot se convierte en el objeto de experimentación, y su construcción les ayuda a los niños a comprender conceptos, relacionados con sistemas dinámicos complejos, particularmente , entender cómo emerge un comportamiento global a partir de dinámicas locales.

El propósito de implementar robótica educativa, no será necesariamente, que los estudiantes se conviertan en expertos en robótica, sino, como lo refieren las fuentes de consulta de esta investigación, Ver tabla 4, que se propicie un escenario divertido y significativo para el desarrollo de habilidades y competencias como la autonomía, la responsabilidad, el trabajo en equipo, la ética, la creatividad y el interés por la investigación, las materias STEM y la vocación científica, esenciales para el éxito en esta sociedad del conocimiento. En la tabla 4, se aprecia que los estudios que interrelacionan estas ramas de conocimiento, son relativamente recientes, y por lo tanto limitados en su número, lo que sin duda refleja que es un terreno poco explorado.

AUTOR	TIPO DE DOCUMENTO	POBLACION OBJETIVO
Ardito,G., Cserkawski, B., Scollins,L. (2020)	Investigación	Nivel secundaria
Ioannou, A., Makridou, E. (2018)	Literatura	Nivel primaria /secundaria
Huang, W.-Y., Hu, C.-F., Wu, C.-C. (2018)	Memorias de conferencia	Nivel secundaria
García-Peñalvo, FJ, Conde, MA, Gonçalves, J., Lima, J. (2019)	Memorias de conferencia	Estudiantes participantes del torneo
Khitij Sharma,Sofia Papavlasopoulou (2019)	Investigación	Nivel primaria /secundaria

TABLA 4. Estudios respecto a robótica educativa y su relación con P.C. (Elaboración propia)

## INTERACCIÓN ENTRE EDUCACIÓN STEM, AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

EL acrónimo STEM fue utilizado por primera vez por (Yakman, 2008) quien bajo el principio de interdisciplinariedad, plantea la integración de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y la matemática, este concepto se ha hecho popular, y debido a que STEM se relaciona con una amplia gama de profesiones.

En 2015, tomando como referente las políticas educativas nacionales en los E.E.U.U, el pensamiento computacional es incluido como parte de una educación integral de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), y es agregado a los Estándares de Ciencias de la Próxima Generación, como una práctica científica central que podría aplicarse en muchas ciencias y áreas de contenido (Weintrop, 2016). A pesar de su creciente prevalencia como habilidad general en las políticas educativas y de convertirse en una innovación disruptiva en educación, aun son pocos los estudios que dan cuenta de estas relaciones.

STEM MD-Robotics es un ambiente de aprendizaje, que busca la formación de ciudadanos íntegros, líderes, competentes e innovadores, capaces de resolver problemas de forma interdisciplinar en mediaciones, cuyo hilo conductor es la robótica. Este ambiente interdisciplinar integra las clases de ciencias, tecnología y matemáticas (STEM), buscando transformar la educación tradicional, generando espacios de interacción dinámicos, donde, a través de actividades contextualizadas, en entornos cercanos a los estudiantes, que implican escenarios aprendizaje colaborativo mediadas por el robot Lego Ev3, para desarrollar habilidades que permitan potenciar las capacidades y perspectivas de los estudiantes.

A medida que se incorporan metodologías y estrategias que desarrollen el pensamiento computacional en la educación, se requiere diseñar currículos que usen nuevas tecnologías, de manera que se prepare e involucre a todos los estudiantes, en el desarrollo de las habilidades computacionales, necesarias para

una fuerza laboral dinámica, en términos de habilidades y conocimientos propias del siglo XXI.

*“Los estudiantes pueden estar expuestos a aspectos del pensamiento computacional, incluido el pensamiento algorítmico, por participar en la programación de computadoras a través de diversos medios, tales como diseño de sitios web, modelado y herramientas de análisis de datos en ciencia y robótica”* (Ardito, 2020)

Los programas de robótica educativa son contextos de aprendizaje atractivos y motivadores, que alientan a una amplia población de estudiantes para seguir caminos profesionales STEM ; Los avances tecnológicos han hecho que la robótica sea más accesible para los estudiantes, tanto al reducir los costos como al aumentar la mecánica y personalización programable. *“En contextos de aprendizaje, los estudiantes a menudo usan robots como herramientas concretas, para formalizar conceptos STEM desconocidos y abstractos.”* (Léonard, 2019). En campos como matemáticas y ciencias, la contextualización concreta y aplicaciones interdisciplinarias de la robótica, se han relacionado con habilidades mejoradas específicas del dominio, así como, con un desarrollo de habilidades más general en resolución de problemas, lógica e investigación científica (Zapata-Ros M. , 2019). Se ha demostrado que las primeras investigaciones sobre programación de computadoras, en el contexto de la robótica, ofrecen oportunidades únicas para estudiantes para desarrollar prácticas de pensamiento computacional (Pea, 2013).

*“Explotar las sinergias entre la ciencia y la computación, puede provocar un cambio fundamental en la forma en que ocurre el aprendizaje de la ciencia. Además, los educadores, los investigadores y las partes interesadas de la industria, ahora reconocen que los estudiantes necesitan aprender el pensamiento computacional para convertirse en creadores, y no solo consumidores de la próxima ola de innovaciones informáticas”* (Wing., 2006)

La robótica educativa y el pensamiento computacional están vinculados, porque permiten a los estudiantes aprender a resolver problemas, mediante un enfoque algorítmico en diferentes niveles de abstracción. (Ioannou, 2018), coinciden además los autores, en que la robótica educativa es una estrategia útil para promover habilidades cognitivas y sociales, en donde la gamificación, se propone como alternativa para motivar procesos de aprendizaje.

La presencia del pensamiento computacional, en las diferentes prácticas que se han propuesto, para el desarrollo de actividades implementadas en las guías de aprendizaje y su modelo de construcción (MD, 2020), elaborado por los profesionales del Parque Científico de Innovación Social PCIS - UNIMINUTO, están fundamentadas en los enfoques de aprendizaje constructivista y constructorista, propuestos por Piaget y Papert respectivamente; En estos dos enfoques la figura central del proceso enseñanza-aprendizaje recae en el estudiante (Bers, 2008); (Kucuk, 2017). Determinándose que, en las actividades propuestas en las guías de aprendizaje, surge el aprendizaje activo mediante el diálogo constante y permanente, la implicación en acontecimientos, el trabajo colaborativo, la construcción efectiva y eficaz de los conocimientos, y que, a su vez, son de manera entretenida para todos.

En las actividades a desarrollar, se procesa información de manera efectiva, al reflexionar los grupos de trabajo sobre los contenidos. Es aquí en donde los estilos de aprendizaje hacen que la enseñanza sea multisensorial y variada, cuando los estudiantes se adaptan a las actividades grupales y al aprendizaje colaborativo. La reciprocidad que logran los estudiantes en los grupos de trabajo, hacia un objetivo en común, genera una gran oportunidad al docente para estimular el aprendizaje de los estudiantes. En el modelo de construcción de las guías de aprendizaje, se les permite a los estudiantes descubrir el porqué de las cosas con ejemplos reales, permitiéndoles probar sus aptitudes con el desarrollo de tareas, que tengan como base los saberes previos, y a partir de ellos, construir nuevo conocimiento.

También encontramos en la base pedagógica del pensamiento computacional, el diseño instruccional, las teorías clásicas con sus orientaciones, y el principio de activación, a través de actividades lúdicas y ejercicios de resolución de problemas reales, como, por ejemplo, algunos de ellos están centrados en habilidades de secuenciación (Zapata-Ros M. , 2019). Así mismo, el desarrollo de conocimientos en las áreas STEM, desde muy temprana edad (Caballero-González, 2019), también se ha logrado gracias a la integración de la robótica educativa, al momento de diseñar e implementar estrategias educativas. El exponer a los estudiantes tempranamente al aprendizaje y dominio de conocimientos tecnológicos, ayuda a evitar la formación de estereotipos de género y otras limitantes al momento de su posterior vinculación en estos campos. (Sullivan, 2016)

Así mismo, La robótica educativa brinda una experiencia de aprendizaje, que facilita el desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortaleciendo el pensamiento sistémico, el pensamiento lógico, el pensamiento estructurado y el pensamiento formal del estudiante (Wong, 2018). Y aquí, el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, genera espacios de interacción entre docentes y estudiantes donde el eje mediador es la robótica como recurso para mejorar procesos de enseñanza – aprendizaje, incorporando componentes pedagógicos, didácticos y espacios de socialización que involucran al estudiante, con retos y actividades que impactaran en la comunidad.

Es con estos elementos, que se puede definir que el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics recoge los elementos de integración, interacción y practica que propone la robótica educativa, e integra a su vez, la relación con el entorno y los diferentes niveles de abstracción, que se buscan en el pensamiento computacional desde la globalidad de un ambiente de aprendizaje.

## CAPITULO 2:

### **ANÁLIZAR DEL CONTENIDO Y ACTIVIDADES PROPUESTAS EN EL MODELO DE CONSTRUCCIÓN DEL MATERIAL PEDAGÓGICO, DESARROLLADO POR LOS PROFESIONALES DEL PCIS EN EL MARCO DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS.**

#### METODOLOGIA

El marco teórico propuesto, nos permite observar algunos de los aspectos más relevantes sobre la implementación del ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics. El interés que ha significado investigar sobre el pensamiento computacional, ha hecho que, en nuestra investigación de tipo cualitativo-interpretativo, se realice una revisión y análisis de la guía de aprendizaje creada por los profesionales STEM MD-Robotics del Parque Científico de Innovación Social (PCIS) Uniminuto, e implementado en el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y su relación con el desarrollo del pensamiento computacional, para el fortalecimiento de los aprendizajes y habilidades de los estudiantes.

A partir de la revisión bibliográfica de cada uno de los artículos consultados en la presente investigación, se determinan una serie de componentes del pensamiento computacional que son comunes a cada uno de ellos. Tomándose como punto de partida, las dimensiones del pensamiento computacional, propuestas por Karen Brennan y Mitchel Resnick y expuestas ampliamente en su artículo :“Nuevas propuestas para estudiar y evaluar el desarrollo del Pensamiento Computacional” (Brennan, 2012) en el que, se utiliza el lenguaje de programación visual Scratch, que es un entorno que le permite a los estudiantes la creación de juegos y/o simulaciones, en donde se implementan los conceptos básicos de programación, logran que se desarrolle la creatividad de una manera divertida, contando además, con una comunidad en línea para compartir las experiencias obtenidas en los talleres. El constante interés de los autores por desarrollar una definición del pensamiento computacional, sumado a la necesidad por brindar un soporte de calidad, que permita desarrollar eficazmente proyectos e iniciativas educativas

sobre pensamiento computacional, hizo que estos, desarrollaran el siguiente marco de referencia, que incluye tres dimensiones (Brennan, 2012):



Figura 9. Descripción del marco conceptual del Pensamiento Computacional. (Brennan, 2012)

·Conceptos computacionales: Su aprendizaje les permite a los estudiantes conocer bloques operativos, que se emplean al momento de programar, los cuales, a su vez, son comunes en varios lenguajes de programación, y así mismo, pueden aplicarse en diversos ámbitos, en este caso la resolución de problemas.

·Prácticas computacionales: Se relacionan con los procesos y las prácticas que los estudiantes utilizan en la medida en que van programando, es decir, son aquellos procesos que emplean para construir los proyectos, estos procesos se enfocan en el pensar y el aprender, y cómo está aprendiendo.

·Perspectivas computacionales: Permiten mejorar la percepción que se tiene sobre determinados temas, también la forma en que vemos o consideramos las cosas, ya sea a nivel personal o dirigido a la comunidad.

Actualmente, los currículos con propuestas de inclusión, en diferentes países que tienen implementado el pensamiento computacional o Ciencias de la Computación para K12, establecen algunos componentes inmersos dentro del pensamiento computacional, entre otros: programación, diseño de algoritmos, análisis y solución de problemas, datos/información, abstracción, colaboración/comunicación,

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

impactos sociales y éticos, modelado, lógica matemática, internet, creatividad, modularización, descomposición, simulación, diseño web y robótica. Tomando como base la anterior información, se identifican los componentes que están inmersos en las dimensiones del pensamiento computacional, presentes en el modelo de diseño de la guía de aprendizaje.

COMPONENTES DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL:

DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	COMPONENTES DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL															
	Datos e información	Diseño de algoritmos	Abstracción	Colaboración/comunicación	Análisis solución de problemas	Descomposición	Internet	Modelado	Modularización	Creatividad	Diseño web	Programación	Robótica	Simulación	Lógica matemática	Impacto social y ético
<b>Conceptos</b>		X					X								X	
<b>Prácticas</b>	X		X		X	X		X	X		X	X	X	X		
<b>Perspectivas</b>				X						X						X

TABLA 5. Clasificación de componentes en las dimensiones del P.C presentes. (Elaboración propia)

En la tabla 5, se visualiza la clasificación de las dimensiones del pensamiento computacional y que contienen los siguientes componentes, a saber; la dimensión de conceptos computacionales (Diseño de algoritmos, Internet, Lógica matemática), la dimensión de las prácticas computacionales (Datos e información, Abstracción, Análisis y solución de problemas, Descomposición, Modelado, Modularización, Diseño Web, Programación, Robótica, Simulación), y la dimensión de las perspectivas computacionales (Colaboración / comunicación, Creatividad, Impactos sociales y éticos). En el modelo de diseño de guía de aprendizaje, se evidencia que las prácticas computacionales tienen un 62,5 % de presencia, y en menor porcentaje, y no siendo menos importantes, se abordan los conceptos y perspectivas con un 18.75 % respectivamente.

## RECOLECCION DE DATOS.

El análisis del modelo de guía de aprendizaje creada por los profesionales STEM MD-Robotics del Parque Científico en Innovaciones Sociales (PCIS)-UNIMINUTO, e implementadas en el marco del proyecto: “STEM MD-Robotics Bogotá: Educación para el talento humano del futuro”, se propone identificar las conexiones generales que determinan, las habilidades del pensamiento computacional desarrolladas en los estudiantes durante su implementación.

El estudio se inició tomando como referente el reto general: Reducir la producción de residuos sólidos, mejorar su recolección y administración en diferentes zonas de Bogotá, cuyo objetivo es: Formar ciudadanos íntegros, líderes, competentes e innovadores, capaces de resolver problemas de forma interdisciplinar en mediaciones, cuyo hilo conductor es la Robótica.

El reto se aborda desde cuatro desafíos cuyas finalidades son:

1. Recolección de residuos sólidos en zonas residenciales de difícil acceso, en el barrio la Macarena.
2. Recolección de residuos sólidos en lugares con alta afluencia de personas en eventos: caso Plaza de Bolívar.
3. Gestión (recolección, disposición y tratamiento) de residuos sólidos en instituciones educativas.
4. Recuperación de la zona de influencia del relleno sanitario de Doña Juana, en cuanto a la gestión de residuos sólidos que llegan de Bogotá.

Como material de análisis se optó por el modelo de guía de aprendizaje, identificada como “Clasificación y recolección de residuos domiciliarios”. creada por los

profesionales STEM del Parque Científico de Innovación Social (PCIS)-UNIMINUTO, e implementadas en el Ambiente de Aprendizaje STEM MD-Robotics, en ésta se identificó la relación de su contenido con el desarrollo del pensamiento computacional, para ello, se creó una matriz de análisis basada en la estructura y contenido del modelo de diseño de guía de aprendizaje, con el fin de establecer la presencia de los componentes del pensamiento computacional, en cada una de los momentos y actividades propuestas.



Figura 10. Portada modelo de construcción del material pedagógico.

El contenido del modelo de diseño de la guía de aprendizaje inicia con la presentación, las recomendaciones previas sobre los materiales, herramientas y espacios necesarios para desarrollar las actividades propuestas. Esta se divide en tres partes:

Parte 1 (Conozcamos el reto),

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Parte 2 (Un reto con muchos desafíos),

Parte 3 (Enfrentando el desafío).

A su vez, cada una de las partes se subdivide en secciones, que permiten identificar las actividades a desarrollar, para que los estudiantes puedan llegar a proponer e implementar, la o las soluciones a la problemática planteada.

## IDENTIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y SUS COMPONENTES EN LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN EL MODELO DE CONSTRUCCION DEL MATERIAL PEDAGOGICO.

### Conceptos Computacionales - Diseño de Algoritmos

DIMENSIONES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	Que sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEMW ORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Conceptos computacionales	Diseño de algoritmos	Definir si el problema planteado puede ser resuelto a través de un algoritmo y o no.	X		X	X	X			X	X
		Utilizar las técnicas de diseño de algoritmos en donde se plantee plantear solución(es) al (los)problema(s) y/o situaciones propuestas, en las que se tenga en cuenta los recursos, los limitantes y el tiempo de ejecución.	X		X	X	X			X	X
		Emplear estructuras algorítmicas que permitan proponer soluciones a problemas que se planteen.	X	X	X	X	X			X	X
		Representar soluciones de problemas Emplear técnicas de diagramación o modelado para. visibilizar la solución al (los) problema(s) planteado(s)	X		X	X	X	X		X	X
		Definir la secuencia lógica de los pasos ordenados y finitos de la solución al (los) problema(s) planteado(s)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Utilizar un lenguaje natural, programación o pseudocódigo de manera textual o visual para expresar el algoritmo propuesto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Analizar y evaluar algoritmos por su claridad y eficiencia.	X		X	X	X	X			
		Identificar y corregir errores en los algoritmos propuestos.				X	X	X		X	X
		Explicar el funcionamiento del algoritmo propuesto.	X	X	X	X	X	X		X	X
		Determinar cuáles ventajas y desventajas hay entre los diferentes algoritmos implementados para resolver el problema propuesto		X	X	X	X	X		X	X

TABLA 6. Conceptos computacionales - diseño de algoritmos. (Elaboración propia)

La tabla 6 nos permite identificar en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, la secuencia lógica de pasos ordenados y finitos para la solución al (los) problema(s) propuesto(s), teniendo en cuenta recursos, tiempos, en donde se propone una solución lógica, ordenada, secuencial y que pueda ser de fácil comprensión con el uso de la programación. Al analizar la tabla 6, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 76,66%.

Dicho resultado se ve reflejado en el siguiente análisis:

En la parte 1 – conozcamos el reto (Desafío del curso, A practicar); se define, que se trabajara el desafío propuesto en 4 guías de aprendizaje, se abordan los datos, los conocimientos y conceptos, que se irán entrelazando en la secuencia de las actividades propuestas, para que los estudiantes logren su comprensión y logren sus propias conclusiones, las socialicen y registren sus propuestas en la respectiva bitácora. Se fija un reto con 4 desafíos, se determina el punto geográfico para desarrollar la primera actividad, se determina una pieza tecnológica para que ayude a solucionar el primer desafío “crear una estrategia de recolección de residuos sólidos domiciliarios clasificados y materiales reutilizables”. Se debe implementar una secuencia de actividades utilizando el sistema de medición desarrollado por Leonardo Da Vinci, que toma como referente la proporcionalidad del cuerpo humano.

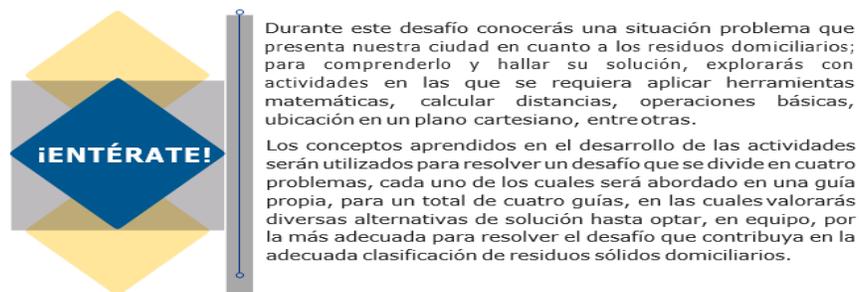


Figura 11. Ejemplo de diseño de algoritmos. Página. 3

En la parte 2 – Un reto con muchos desafíos (Desafíos del estudiante, que tanto sabemos de...); encontramos el desafío de programación, el cual, se debe implementar para los desplazamientos del robot Lego Mindstorm Ev3 sobre una

pista propuesta. Encontramos el acercamiento al reto por medio de las secuencias lógicas que siguieron diversos países para solucionar el manejo de residuos sólidos.

En la parte 3 - Enfrentando el desafío (Camino de reflexión, informe de la misión); se propone dar respuestas a una serie de preguntas planteadas, por medio de la implementación de algoritmos, los cuales se colocan a consideración para determinar las ventajas y desventajas de estos, que permitan establecer la solución al reto propuesto. Al momento de presentar la propuesta de solución de manera consensuada, utilizan algoritmos que determinan su decisión desde lo argumentativo y lo procedimental.

### Conceptos Computacionales - Lógica Matemática

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO							
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío	
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión
Conceptos computacionales	Lógica Matemática	Desarrollar y utilizar el razonamiento lógico y matemático en la solución del (los) problema(s) propuesto(s).	X	X	X	X	X	X		X
		Utilizar y aplicar los conceptos de la lógica matemática en la solución del (los) problema(s) propuesto(s).	X	X	X	X	X	X		X
		Implementar conceptos de lógica en la solución de algoritmos propuestos.	X	X	X	X	X	X		X
		Emplear la lógica para la búsqueda, organización, clasificación, almacenamiento y visualización de la información obtenida.	X	X	X	X	X	X	X	X
		Precisar las conexiones existentes entre la matemática, la lógica y la solución de problemas propuestos	X	X	X	X	X	X	X	X
		Proponer solución(es) a problema(s) de manera lógica.	X	X	X	X	X	X	X	X
		Establecer las estructuras algorítmicas necesarias de manera lógica.	X	X	X	X	X	X	X	X
Expresar en forma matemática y lógica la solución al (los) problema(s) propuesto(s).	X	X	X	X	X	X		X		

TABLA 7. Conceptos computacionales - lógica matemática. (Elaboración propia)

La tabla 7 permite identificar los conceptos lógico-matemáticos en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, allí notamos que su presencia está en cada una de las 3 partes en las que está dividida la misma; pues ya que como disciplina que trata sobre métodos de razonamiento, nos proporciona reglas y técnicas, que permiten verificar y determinar si son o no válidos los diferentes argumentos propuestos, para dar solución a los diversos retos planteados. En el desarrollo de las actividades propuestas, la lógica matemática está presente a través del razonamiento lógico empleado, pues verifica si los teoremas, los cálculos, las aproximaciones, las estimaciones, la programación implementada, datos estadísticos, etc., utilizados por

los estudiantes, les permite sacar conclusiones y soporte a las decisiones consensuadas. Al analizar la tabla 7, encontramos que su aplicación en el modelo de diseño de la guía de aprendizaje es de un 94,44%.

Algunos de los ejemplos son: La presentación de la guía de aprendizaje en donde se sensibiliza al estudiante como Agente STEMWORK, a poner a prueba las competencias matemáticas y tecnológicas, la descripción de las competencias propuestas para las cuatro guías de aprendizaje, adicionalmente encontramos:

En la parte 1 del modelo de diseño de guía de aprendizaje– conozcamos el reto (Desafío del curso, ¿Que sabes de...?, ¡A practicar!), encontramos que el viajero en el tiempo “Frank”, realiza una sensibilización frente a la cantidad de desechos producidos en un solo día en la ciudad de Bogotá, de los cuales un porcentaje es susceptible de ser reciclado y reutilizado y no se hace, la contaminación que se generara en cifras, el reconocimiento e implementación del sistema de medición desarrollado por Leonardo Da Vinci con prácticas en el aula y fuera de la misma así como la utilización de diferentes artefactos para la verificación de teoremas.

En la parte 2 – Un reto con muchos desafíos (Desafío el estudiante, Agentes ¿Qué tanto sabemos de...?, llamado a expertos, emplea tus conocimientos), se plantea la precisión en los movimientos y posicionamientos del robot Bahazy por medio de la respectiva programación, las distancias recorridas y la cantidad de rotaciones que debe realizar el robot Lego Mindstorm Ev3, el número de intentos, cálculo de recorridos y demás se registran en la bitácora. Se proponen ejercicios de lógica matemática para determinar los conocimientos previos de los estudiantes, se sugieren videos de apoyo para resolución de ejercicios matemáticos y para conocer la vida y obra de Leonardo Da Vinci, se incluyen preguntas retadoras sobre la importancia de las matemáticas en la ingeniería, refuerzo de conceptos matemáticos y de programación del robot Ev3, apoyados con ejemplos de fácil asimilación. Se realiza una descripción sobre el robot Bahazy, características técnicas, posibilidades de desplazamiento y capacidad de transporte de carga, cálculo del número de rotaciones de las ruedas para completar recorridos. Así como

ejercicios que permiten evaluar el nivel de conocimientos para continuar con el reto. Ver figura 13.



Quando ya esté lista la limpieza y el mantenimiento de Bahazy, lo harán regresar a la zona de aparcamiento. Durante los recorridos y realización de los procedimientos es muy importante que el robot llegue a la zona demarcada para cada procedimiento, quedando completamente ubicado dentro de ella.

Al finalizar el proceso con cada robot, cada uno de ustedes, Agentes STEMWORK, deben registrar en la Bitácora el reporte en el cual se indican las distancias recorridas en el Centro de Acopio; estas deben ser expresadas en centímetros, metros, kilómetros; de igual forma, se solicita registrar el número de rotaciones realizadas por Bahazy entre cada zona, así como el número de intentos realizados.

Figura 12. Ejemplo de lógica matemática. Página 12.

En la parte 3 – Enfrentando el desafío (Camino de reflexión, informe de la misión), se plantean preguntas específicas sobre procesos matemáticos que permiten desarrollar las actividades propuestas. Análisis sobre la estructura de pseudocodigos implementados, para que cumplan con los objetivos y requerimientos de las actividades propuestas. Análisis de los procesos matemáticos necesarios para lograr dar solución a los retos propuestos. Registro de cálculos e intentos.

### Conceptos Computacionales - Internet

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Conceptos computacionales	Internet	Identificar los conceptos básicos del internet tales como: su evolución, servicios, redes, tipos de redes, tipos y requisitos de conexión a internet, internet seguro, normas de netiqueta, bases de datos, comunicación en sesiones sincronicas y asincronicas, buscadores, redes sociales, entre otros.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Utilizar los servicios del internet, tales como: correo electrónico, chats, transferencia de ficheros, páginas web (www), grupos de noticias, entre otros	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Identificar y utilizar información adecuadamente (Videos, imágenes, videos, software, música) teniendo en cuenta los derechos de autor.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Mencionar los créditos y citar adecuadamente la información, imágenes, datos y/o archivos que sean utilizados.	x	x	x	x	x	x		x	x
		Utilizar los principales navegadores de Internet e identificar las diferencias entre ellos.	x	x	x	x	x	x		x	x

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

	Identificar los peligros por el uso inadecuado del internet.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Utilizar las herramientas de la web 2.0 que le permita complementar su proceso educativo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Preservar su identidad y la información que se utilizara en internet	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Implementar búsquedas simples con el uso de motores de búsqueda, navegar entre páginas y utilizar hipervínculos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x

TABLA 8. *Conceptos computacionales – internet (Elaboración propia)*

La tabla 8 *Conceptos computacionales - internet*, nos permite identificar que en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, éste se aplica en cada una de las 3 partes en las que está dividido; pues se implementa como herramienta para la comunicación en diversos tipos de actividades como el correo electrónico, redes sociales, etc., también permite la interacción al emplear la web para investigar de manera colaborativa, intercambiar documentos, participación en grupos sociales, grupos de investigación, implementar búsquedas simples con el uso de motores de búsqueda, navegar entre páginas y utilizar hipervínculos. Es empleado para la difusión de información, en donde se requiere de un nivel de conocimiento específico, vemos como el interactuar en Internet exige tener en cuenta protocolos para su uso, tales como el reconocimiento de los derechos de autor, preservación de la identidad y de la información, entre otros. El poder entender cómo funcionan esta herramienta les permite a los estudiantes mejorar algunas de las habilidades del pensamiento computacional. Al analizar la tabla 8, encontramos que su aplicación en el modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 92,57%.

En la parte 1 – conozcamos el reto (Desafío del curso, ¿Que sabes de...?, ¡A practicar!), encontramos ejemplos de su implementación al consultar la ubicación de la zona de Bogotá en donde se aplicara el reto propuesto, la ubicación del relleno sanitario, consultar en YouTube videos propuestos e interacción en aula virtual.

En la parte 2 - Un reto con muchos desafíos (Desafío el estudiante, Agentes ¿Qué tanto sabemos de...?, llamado a expertos, emplea tus conocimientos), encontramos ejemplos de su implementación al participar en el foro en aula virtual, consultar en YouTube videos propuestos, videos de repaso en el aula virtual, videos de

operaciones básicas, videos sobre reducción y separación de residuos sólidos, videos sobre vida y obra de Leonardo Da Vinci.

En la parte 3 – Enfrentando el desafío (Equipo STEMWORK, Camino de reflexión, informe de la misión), encontramos ejemplos de su implementación al consultar video Liderazgo y trabajo en equipo, compartir datos en foro del aula virtual.

Ejemplo del uso de Internet propuesto es: Véase figura 14

Este será Bahazy, cuyo nombre proviene de la lengua Muisca que significa Limpio. Mientras tanto, ¿quieres saber cómo funciona Dustbot?, observa el video "DustBot Sperimentazione" Y luego, comenta tus opiniones con la clase.



Presentar Video DustBot Sperimentazione que se encuentra en el siguiente enlace <https://www.youtube.com/watch?v=Y540hprRbxY>

Figura 13. Ejemplo de uso de internet. Pagina. 8

### Practicas Computacionales - Programación

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Practicas computacionales.	Programación	Generar artefactos computacionales.			X	X	X	X			X
		Utilizar técnicas para la escritura de algoritmos por medio de un lenguaje de programación.			X	X	X	X			
		Implementar programas, utilizando el diseño de algoritmos por medio de estándares establecidos.	X		X	X	X	X	X	X	X

TABLA 9. Practicas computacionales – programación. (Elaboración propia)

En la tabla 9. Practicas *computacionales – programación*; Se identificó que se desarrolla la capacidad de leer y escribir un lenguaje que le permite a una computadora entenderlo, cuando es pensado el lenguaje de manera computacional se activa el pensamiento computacional, por la forma en que se le dan las instrucciones específicas al computador (bloques de códigos), para poder resolver problemas propuestos, por medio de programas, realización de cálculos, diseño de

algoritmos para reconocer patrones, procesamiento de información, corrección de errores, etc. Así pues, la programación permite estimular la innovación, la creatividad, las habilidades blandas y duras, para, a través de la tecnología, resolver problemas. Al analizar la tabla 9, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 70,37%.

En la parte 1 – conozcamos el reto (¡A practicar!), encontramos una actividad en la que se implementa un artefacto computacional que permite establecer una secuencia lógica de los pasos ordenados y finitos de la solución al problema planteado. Utiliza las técnicas de diseño de algoritmos, en donde, se plantea tener en cuenta los recursos, relación distancia y número de vueltas de las ruedas, así como el perímetro de las ruedas.

En la parte 2 - Un reto con muchos desafíos (Desafío el estudiante, Agentes ¿Qué tanto sabemos de...?, llamado a expertos, emplea tus conocimientos), es posible la implementación de programas de simulación que permitan a los estudiantes entender el reto propuesto, interactuar en entornos de programación para generar hilos de códigos que permitan al robot Lego Ev3 cumplir con un reto. Ver figura 15.

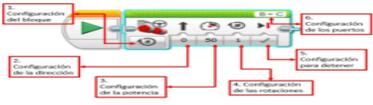
Programación	Ejemplo
 <p><b>Figura 5. Configuración del Bloque</b></p> <p>El bloque mover la dirección se emplea para programar el funcionamiento de los motores en diferentes velocidades lo que permite al robot desplazarse en línea recta o realizar giros a diferentes grados tanto a la izquierda como derecha.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Configuración del bloque:</b> están opciones para mover el motor por tiempo, grados y rotaciones, en esta sección trabajarán por rotaciones.</li> </ul>	 <p><b>Figura 6. Configuración del Bloque</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Configure el bloque para mover en rotaciones y avance 3 rotaciones a 50 de potencia y pruebe.</b></li> <li>2. <b>Cambie la potencia de 50 a -30, prográmelo y pruébelo. Describa en el diario lo sucedido.</b></li> </ol>

Figura 14. Ejemplo de programación. Pagina. 20

En la parte 3 – Enfrentando el desafío (Equipo STEMWORK, Camino de reflexión, informe de la misión), se propone generar pseudocódigos teniendo en cuenta elementos y conceptos, evaluación de imprevistos, graficación de la programación que funcione, análisis de errores, intentos para dar solución al reto propuesto.

## Prácticas Computacionales - Análisis y Solución de Problemas.

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Prácticas computacionales	Análisis y solución de problemas	Seccionar el (los) problema(s) en otros más pequeños, para facilitar su manejo	X		X	X	X	X	X	X	X
		Abstraer los datos más relevantes de los no relevantes, para lograr su comprensión y planteamiento de la(s) posible(s) solución(es) al (los) problema(s) planteado(s).	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Identificar que restricciones han de tenerse en cuenta para plantear una(s) solución(es) al (los) problema(s) planteado(s), según el contexto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Agrupar y estudiar datos que permitan identificar la(s) solución(es) y/o tomar decisiones.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Implementar estrategias adecuadas para plantear la(s) solución(es) del(los) problema(s) propuesto(s).	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Entender, evaluar y optar por seleccionar la mejor solución al(los) problema(s) planteado(s) según sea el contexto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Emplear otros conocimientos de diferentes áreas, para proponer la(s) posible(s) solución(es) al (los) problema(s) propuesto(s).	X	X	X	X	X	X			
		Elaborar y ensayar prototipos que brinden solución(es) al (los) problema(s) propuesto(s).		X	X	X	X	X		X	X
		Dar uso racional de los recursos necesarios, para plantear la solución al(los) problema(s) planteado(s) según sea el contexto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 10. Prácticas conceptuales - análisis y solución de problemas. (Elaboración propia)

La tabla 10. *Prácticas conceptuales - análisis y solución de problemas*; nos permite identificar en modelo de diseño de guía de aprendizaje, el procedimiento para entender el problema y estudiarlo para encontrar cuáles son aquellos conceptos importantes y replantearlo en términos de estos conceptos. Su estructura permite el análisis y desarrollar una propuesta de solución que parte de identificar el reto, los datos de entrada y salida, los datos constantes o valores previamente definidos y datos intermedios al acercarse a la propuesta solución. Al analizar la tabla 10, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de la guía de aprendizaje es de un 93,82%.

En la parte 1 – conozcamos el reto (Desafío del curso, ¿Que sabes de...?, ¡A practicar!), se plantea el reto de manera que se comprenda la situación para hallar la solución, se definen datos de entrada como insumos necesarios para estructurar el proceso de solución, entre los cuales encontramos la descripción de la situación, presentación de experiencias en otros países, sobre como solucionaron la misma situación problemica y/o similares, practicas basadas en experiencias con sistemas de medición no convencionales. Véase Figura 16.

**Ahora incluya la siguiente actividad:**  
**Para el desarrollo de este ejercicio es necesario proporcionar a los estudiantes por binas una rueda o llanta, esta puede usarse de un juguete o simplemente diseñarla con material reutilizable.**

### **¡A practicar!**

**Recuerde a los estudiantes tomar continuamente apuntes en la bitácora.**

1. Establece la longitud de la mesa de trabajo dando uso al sistema de medición de Leonardo da Vinci y responde: ¿Cuántas palmas hacen la mesa?
2. Toma la rueda y, con un lápiz o un marcador, señala un punto de referencia que sirva como indicativo para saber cuándo la rueda ha dado un giro completo.
3. Ubica la rueda en uno de los bordes de la mesa y hazla girar iniciando desde el punto de referencia y detente cuando hayas completado el giro; posteriormente, indica a tu compañero que haga la medición de la distancia recorrida con las palmas. Luego, responde:



Figura 15.. Ejemplo de análisis y solución de problemas. Pagina. 10

En la parte 2 – Un reto con muchos desafíos (Desafío el estudiante, Agentes ¿Qué tanto sabemos de...?, llamado a expertos, emplea tus conocimientos), Se propone el desarrollo de las actividades necesarias, basados en los datos entregados en el reto, los cuales se utilizarán en la pista para los desplazamientos del robot , videos de apoyo para procesos matemáticos, videos de sensibilización sobre la faceta de



TABLA 11. *Prácticas conceptuales - datos e información. (Elaboración propia)*

La tabla 11. *Prácticas computacionales - datos e información*; nos permite identificar la importancia y relevancia para la apropiación del conocimiento, llevando a los estudiantes a generar una propuesta de solución al reto planteado. En cada una de las tres partes en que se divide el modelo de diseño de la guía de aprendizaje, se encuentran datos contextualizados y definidos sus propósitos, se encuentran unidades de medidas que les ayudaran a interpretarlos, procesarlos y comunicarlos como insumo para el desarrollo de las actividades propuestas. Al analizar la tabla 11, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de la guía de aprendizaje es de un 91,35%.

En la parte 1 – conozcamos el reto (Desafío del curso, ¿Que sabes de...?, ¡A practicar!), se encuentran datos como: lista de iconos, robot Bahazy, competencias matemáticas y tecnológicas, instrumentos de medición, operaciones matemáticas, funcionamiento de un elemento tecnológico para la solución de problemas, reciclaje de residuos domiciliarios, porcentajes, hombre de Vitruvio, sistema antropométrico de medición, bitácora, aula virtual, entre otros.

En la parte 2 – Un reto con muchos desafíos (Desafío el estudiante, Agentes ¿Qué tanto sabemos de...?, llamado a expertos, emplea tus conocimientos), encontramos datos como: pista de desplazamiento del robot Lego Mindstorm Ev3, centro de acopio, videos de sensibilización sobre el manejo de residuos domiciliarios, Leonardo Da Vinci como referente STEM, conceptos matemáticos y de programación, plataforma virtual, entre otros. Véase figura 17.



AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

	Seleccionar la información con sus detalles, para lograr centrarse en conceptos que sean relevantes, que permitan comprender y dar solución al (los) problema(s) planteado(s).	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Reutilizar la información seleccionada de un problema, para implementarla en otros problemas que sean similares.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

TABLA 12. *Prácticas conceptuales – abstracción. (Elaboración propia)*

La tabla 12. *Prácticas computacionales - abstracción*; nos permite evidenciar que todo el modelo de diseño de guía de aprendizaje, de por sí, es un claro ejemplo de abstracción. Al respecto Jeannette Wing escribe sobre la importancia de la abstracción en el pensamiento computacional, haciendo hincapié en la necesidad de pensar en múltiples niveles de abstracción. Según la autora: *“La esencia del pensamiento computacional es la abstracción”, donde las personas obtienen información relevante (y descartan datos irrelevantes) de sistemas complejos para generar patrones y encontrar puntos en común entre diferentes representaciones*”. (Wing, 2010). El modelo de diseño de guía de aprendizaje filtra la información relevante para identificar la idea principal del reto planteado, delimitándolo y logrando reducir el nivel de complejidad, determinando las ideas y procesos necesarios para lograr la solución, identifica y selecciona las propiedades de los elementos e información pertinente, centrándose en lo relevante para comprender y dar solución al reto propuesto. La información seleccionada tiene como característica adicional, que se puede implementar en otros retos similares. Véase figura 18. Al analizar la tabla 12, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 91,44%.

**Desafío el estudiante**



30 Minutos



Individual



Antes de iniciar el reto, es necesario que el docente realice la pista en el salón de clase, ésta la encontrará en el Anexo 2 (Pistas), para que los estudiantes tengan una guía visual del reto. En el desarrollo del desafío es necesario recalcarles la importancia en la precisión de los movimientos y que el robot siempre esté dentro de las zonas delimitadas.

Figura 17. Ejemplo de abstracción. Pagina. 11

Algunos elementos seleccionados para la identificar la abstracción presente en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, son las competencias a desarrollar, la funcionalidad del robot designado para la recolección y clasificación de residuos sólidos en el Barrio la Macarena, características, especificaciones, programación para los desplazamientos, precisión de los movimientos en las zonas delimitadas, obra de Leonardo Da Vinci como referente STEM, conceptos matemáticos específicos, asignación de cargos y funciones en el grupo de trabajo, selección de propuesta de solución, determinación de resultados, entre otros.

### Practicas Computacionales - Modelado

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Practicas computacionales	Modelado	Implementar y aplicar técnicas de diagramación de diversos modelos de información.									
		Representar por medio de diagramas, el flujo de información junto con sus procesos, inmersos en una organización y/o problema.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Recopilar, analizar y comprender el flujo de información de procesos, en una situación o contexto.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Hacer uso de software que permita establecer modelo de problemas y/o situaciones.									
		Elaborar predicciones sobre resultados, con base en el flujo de información de un problema planteado.	x	x	x	x	x	x	x	x	x

TABLA 13. Practicas conceptuales – modelado. (Elaboración propia)

La Tabla 13. *Practicas computacionales - modelado*; nos permite identificar, que el flujo de información y sus procesos inmersos en el reto propuesto, se pueden

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

representar por medio de diagramas, permitiendo su recopilación y su análisis, en donde se puede elaborar predicciones sobre los resultados obtenidos. Véase figura 19. Al analizar la tabla 13, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 60,0%.



**La siguiente actividad se propone para explicar al estudiante la importancia de seguir detalladamente las instrucciones que se describen en un pseudocódigo. Para ello, indique a cada grupo que escriba un pseudocódigo para que uno de sus integrantes se desplace desde la puerta del salón hasta el fondo de este, sin estrellarse; el ejercicio será más interesante si ubica algunos puestos para que ellos tengan que guiar a su compañero haciendo giros y esquivando varios objetos. Esto lo deben registrar en la bitácora.**

**Luego, pase a cuatro estudiantes al frente y solicite dos pseudocódigos, diferentes a los compañeros que eligió.**

Figura 18. Ejemplo de modelado. Pagina. 24

## Practicas Computacionales - Modularización

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO									
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío			
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión	
Practicas computacionales	Modularización	Identificar los bloques específicos que constituyen el (los) problema(s) planteado(s).	X		X	X		X	X	X	X	
		Seccionar el(los) problema(s) en segmentos, rutinas, subrutinas, algoritmos, subalgoritmos y/o procedimientos que se puedan ejecutar por partes y que a su vez puedan ser reutilizados.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Establecer varias rutinas (funciones o procedimientos) que permiten segmentar el código y así, poderlo reutilizar según el caso.										
		Identificar e interpretar proyectos, que han sido construidos de forma modular.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Crear software de manera colaborativa codificando rutinas independientes, que posteriormente se unifican para formar uno sola										
		Implementar y reutilizar partes de programas que están siendo utilizados.										
		Registrar y documentar cada uno de los módulos trabajados e implementados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

TABLA 14. Practicas conceptuales – modularización. (Elaboración propia)

La tabla 14. *Prácticas computacionales - modularización*; permite identificar el reto planteado por medio de bloques de actividades, comenzando por la ruta de su conocimiento el desarrollo de competencias matemáticas y tecnológicas, utilización de instrumentos de medición, operaciones de cálculo y programación relacionados al elemento tecnológico propuesto para la solución del reto. Se identifican proyectos puestos en marcha que se toman como ejemplo de otros países, para la implementación de la solución que fue determinada en el grupo de trabajo. Se llevan registros en las bitácoras sobre las actividades desarrolladas e implementadas, permitiendo la participación como insumos en los foros en la plataforma virtual, que a su vez pueden ser reutilizadas en otros retos similares. Véase figura 20. Al analizar la tabla 14, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 53,96%.

Este será Bahazy, cuyo nombre proviene de la lengua Muisca que significa Limpio. Mientras tanto, ¿quieres saber cómo funciona Dustbot?, observa el video "DustBot Sperimentazione" Y luego, comenta tus opiniones con la clase.



Presentar Video DustBot Sperimentazione que se encuentra en el siguiente enlace <https://www.youtube.com/watch?v=Y540hprRbxY>

**Socialice con los estudiantes las ideas más relevantes que comprendieron del reto, por ejemplo, totalice la cantidad de basura que se produce en la casa de un estudiante, luego multiplique el resultado por la cantidad de estudiantes que haya en el curso; lo anterior es con el fin de llevarlos a la reflexión sobre la cantidad de basura que ellos aportan a las 7.000 toneladas que se producen en Bogotá a diario.**

**A continuación, se realiza una pregunta teniendo en cuenta algunos datos del reto presentado, utilizando operaciones básicas para resolverlos. Solicite que respondan en su bitácora, luego de 5 minutos, abra el espacio para la socialización.**

Figura 19. Ejemplo de modularización. Pagina. 8

## Prácticas Computacionales - Descomposición

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Prácticas computacionales	Descomposición	Fracionar las tareas en otras más pequeñas, que permitan describir su funcionamiento, su secuencia, utilidad y su fácil comprensión.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Dividir el(los) problema(s) por sus funcionalidades.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Identificar patrones al descomponer el (los) problema(s) propuesto(s) en partes más pequeñas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 15. Prácticas conceptuales – descomposición. (Elaboración propia)

La tabla 15. *Prácticas computacionales – descomposición*, permite identificar que el material está estructurado para valorar diversas alternativas de solución, hasta que, de forma consensuada, se seleccione la más adecuada para resolver el desafío que contribuya en la adecuada clasificación de residuos sólidos domiciliarios.

En el material pedagógico se determina la descomposición del contenido de la misma, al relacionar las competencias a desarrollar, la funcionalidad del robot designado Lego Mindstorm Ev3 para la recolección y clasificación de residuos sólidos en el Barrio la Macarena, sus características, sus especificaciones, la respectiva programación para los desplazamientos, la precisión de los movimientos en las zonas delimitadas, las obras de Leonardo Da Vinci como referente STEM, conceptos matemáticos específicos, asignación de cargos y funciones en el grupo de trabajo, selección de propuesta de solución, determinación de resultados, entre otros. Véase figura 21. Al analizar la tabla 15, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 100%.

Así mismo, cuando Bahazy realiza los recorridos por las calles de La Macarena, puede afectarse su parte mecánica por lo cual es necesario realizarle el procedimiento de mantenimiento para verificar su funcionamiento, de tal suerte que esté en óptimas condiciones para salir a realizar los recorridos por el sector. En resumen, el robot debe pasar por dos zonas dentro del Centro de acopio: Mantenimiento y Limpieza.

Su tarea, Agentes STEMWORK, es programar en equipo a Bahazy teniendo en cuenta que este se encuentra en la zona de aparcamiento; entonces su rutina será: dirigirse a la zona de acopio para que le realicen el procedimiento de limpieza y esperar a que los operarios terminen para continuar con el de mantenimiento y le hagan los ajustes requeridos.

Cuando ya esté lista la limpieza y el mantenimiento de Bahazy, lo harán regresar a la zona de aparcamiento. Durante los recorridos y realización de los procedimientos es muy importante que el robot llegue a la zona demarcada para cada procedimiento, quedando completamente ubicado dentro de ella.

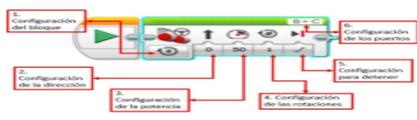
Figura 20. Ejemplo de descomposición. Pagina. 12

## Practicas Computacionales - Simulación

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO							
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío	
			Desafío del curso	¿Que sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexion
Practicas computacionales	Simulación	Implementar y desarrollar un modelo o un proceso								
		Desarrollar experimentos utilizando modelos previos.		X	X	X	X	X	X	X
		Establecer predicciones de experimentos modelo y/o situaciones reales.	X	X	X	X	X			
		Establecer cuáles son las fortalezas y dificultades en una situación real, que permitan deducir conclusiones que permitan desarrollar los procesos.	X	X	X	X	X	X	X	X
		Implementar y desarrollar proyectos que simulan situaciones, sitios, lugares o eventos, que sean cercanos a sus comunidades	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 16. Prácticas conceptuales – simulación. (Elaboración propia)

La Tabla 16 *Prácticas computacionales - simulación*; nos permite identificar en el modelo de diseño de guía de aprendizaje la simulación como herramienta para diseñar y personalizar el robot Ev3, para que funcione en un entorno de simulación, al programarse diversas instrucciones determinadas para el reto propuesto. El lenguaje de programación visual basado en bloques permite que se definan las acciones de desplazamientos y retrocesos (configuración del bloque, de dirección, de potencia, de rotaciones, de detención, de los puertos, de sensores, entre otros) las acciones a ejecutar por el robot Lego Mindstorm Ev3, luego su implementación en la pista simula los desplazamientos que debe realizar Bahazy en el centro de acopio y recorridos en el barrio la Macarena, Lo anterior les permite a los estudiantes realizar predicciones al momento de implementarla en el reto propuesto, logrando que se establezcan las fortalezas y dificultades para determinar conclusiones para desarrollar los procesos en diversos contextos. La simulación permite complementar el desarrollo de habilidades relacionadas con el mismo pensamiento computacional, tales como el reconocimiento de patrones, la abstracción, la descomposición y el pensamiento algorítmico. Ver Figura 22. Al analizar la tabla 16, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 68,88%.



**Programación**

Figura 5. Configuración del Bloque

El bloque mover la dirección se emplea para programar el funcionamiento de los motores en diferentes velocidades lo que permite al robot desplazarse en línea recta o realizar giros a diferentes grados tanto a la izquierda como derecha.

- **Configuración del bloque:** están opciones para mover el motor por tiempo, grados y rotaciones, en esta sección trabajaran por rotaciones.



**Ejemplo**

Figura 6. Configuración del Bloque

1. **Configure el bloque para mover en rotaciones y avance 3 rotaciones a 50 de potencia y pruebe.**
2. **Cambie la potencia de 50 a -30, prográmelo y pruébelo. Describa en el diario lo sucedido.**

Figura 21. Ejemplo de simulación. Pagina. 20

### Practicas Computacionales - Robótica

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Qué sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Practicas computacionales	Robótica	Distinguir los conceptos básicos de la robótica	X	X	X	X	X	X		X	X
		Diseñar y construir robots que actúen a una serie de condiciones	X	X	X	X	X	X		X	X
		Determinar situaciones en las cuales sean necesarios el uso o no de robots.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Incorporar distintas áreas del conocimiento como matemáticas, física, electrónica, mecánica, informática entre otras, en la construcción de un robot que actúe según las condiciones propuestas.	X	X	X	X	X	X		X	X
		Emplear robots y software especializados para la programación de robots									
		Retomar modelos o prototipos que permiten demostrar algunas leyes o comportamientos a nivel físico.	X	X	X	X	X	X		X	X
		Utilizar adecuadamente software para programar equipos, dispositivos y/ o robots.							X	X	X
		Establecer las ventajas y desventajas entre las diferentes maneras de programación de robot, con el fin de alcanzar la meta propuesta.							X	X	X

TABLA 17. Prácticas conceptuales - robótica. (Elaboración propia)

La tabla 17 Prácticas computacionales - robótica; permite identificar la intervención de la robótica educativa al permitir el desarrollo de una de las habilidades cognitivas del pensamiento lógico matemático y pensamiento computacional, llevando a los

estudiantes a resolver los retos propuestos construyendo una secuencia de acciones ordenadas. La interacción de los estudiantes con los robots educativos permite que desarrollen algunas habilidades tales como (Motivación al aprendizaje, trabajo en equipo, creatividad e imaginación, autoestima, pensamiento crítico, desarrollo de nuevas formas de comunicación, espíritu emprendedor, aprender de los errores, autoevaluación y adaptación al futuro). El ensamble y puesta en marcha del robot Lego Mindstorm Ev3 (Bahazy) a través de una interfaz sencilla e intuitiva permite determinar y controlar una serie de condiciones que pueden surgir en la vida real, así como el demostrar algunas leyes y comportamientos a nivel físico.

Su implementación en la pista simula los desplazamientos que debe realizar Bahazy en el centro de acopio y recorridos en el barrio la Macarena, al momento de programar el robot Lego Mindstorm Ev3 (Bahazy) se activan áreas de conocimiento como matemáticas, física, electrónica, informática entre otras, para que pueda actuar según las condiciones que se propongan para el reto propuesto. Ver figura 23. Al analizar la tabla 17, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 61,11%.

Bahazy es un robot diseñado para realizar la recolección de residuos clasificados puerta a puerta, el cual es solicitado a través de una aplicación móvil, pesa aproximadamente 70 kilos, mide 150 cm, y su batería le da una autonomía de 16 kilómetros, transportando 40 kilos de carga. Este tiene la posibilidad de desplazarse entre las calles de los barrios, realizando la recolección de los residuos en los hogares; las llantas que utiliza el robot tienen un radio aproximado de 25 cm, se quiere hacer un recorrido de reconocimiento del barrio La Macarena en Bogotá a través de una ruta conocida como "Ruta Centro Internacional – La Macarena – La Merced" la cual se puede recorrer en una distancia de 3.074 m; se solicita a los operarios del centro de acopio que identifiquen el número de vueltas deben realizar las ruedas de Bahazy para realizar el recorrido en la zona presentada y con esto poder preparar los datos del robot para realizar la prueba de recorrido.

*Figura 22. Ejemplo de robótica. Pagina. 21*

### Perspectivas Computacionales - Colaboración/Comunicación

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío Del curso	Que sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camin o de reflexión	Informe de la misión
Perspectivas computacionales	Colaboración / Comunicación	Emplear mecanismos adecuados de comunicación e interacción, con los miembros del grupo de trabajo y los demás.	X		X	X	X	X	X	X	X
		Utilizar el internet como canal de comunicación, y medio para expresar sus propuestas		X	X	X	X	X	X	X	X
		Participar de forma activa en los grupos de trabajos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Seleccionar y recopilar información y lograr la comunicación por medios electrónicos y virtuales con otros, con el apoyo de los docentes, padres de familia y/o compañeros de grupo de trabajo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Conocer e identificar el funcionamiento de los sistemas y las redes de comunicación									
		. Aceptar la responsabilidad que se asume al trabajar de manera colaborativa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Divulgar información, datos, opiniones, ideas, propuestas de solución a problemas, entre otros; con los miembros del grupo de trabajo y otras personas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Colaborar, compartir y promover actividades en comunidades.	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 18. Perspectivas conceptuales – colaboración / comunicación. (Elaboración propia)

La tabla 18 *Perspectivas computacionales – colaboración / comunicación*; Observamos que incluye diversos mecanismos de colaboración y comunicación con los miembros del grupo de trabajo, tales como el trabajo grupal en el aula, interacción con el internet, la participación en foros virtuales, bitácoras, la participación activa por medio del rol que desempeña en el grupo de trabajo como agente STEMWORK, interacción con el líder educativo, divulgación de las propuestas de solución, qué elementos necesita para dar solución al reto propuesto, cálculos implementados, ingenieros en acción, estrategia individual, estrategia grupal, determinación y evaluación de imprevistos, autoevaluación frente a la solución implementada para el reto propuesto y que aprendizaje obtuvieron. En las conclusiones argumentan sobre la solución implementada, el cómo lo hicieron (de forma procedimental) y cómo lograron llegar al resultado (de forma declarativa). Véase figura 24. Al analizar la tabla 18, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 84,72%.

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

*Pida a los estudiantes que se asignen los roles en sus grupos de trabajo.*

Nombre del estudiante	Rol	Actividades a su cargo
	<b>Agente STEMWORK Mediador</b>	Su fortaleza es verificar que cada instrucción se cumpla para resolver el desafío. <b>RECOMENDACIÓN:</b> Evitar actuar impulsivamente] y verifica la información que entregues al grupo.
	<b>Agente STEMWORK Desarrollador</b>	Su fortaleza es orientar al equipo para descifrar el código con que se cumplirá el desafío. <b>RECOMENDACIÓN:</b> Trabajar en equipo y el camino será más fácil para ti y tus compañeros.
	<b>Agente STEMWORK Gestor</b>	Su fortaleza es administrar tiempos y recursos para descifrar el desafío. <b>RECOMENDACIÓN:</b> Siempre tener en cuenta las sugerencias del equipo para llegar a la meta.
	<b>Agente STEMWORK Registrador</b>	Su fortaleza es ser riguroso con la información que van recolectando para resolver el desafío. <b>RECOMENDACIÓN:</b> Evitar las distracciones y, en ninguna circunstancia podrás dar datos erróneos al equipo.

Figura 23. Ejemplo de colaboración / comunicación. Pagina. 23

## Perspectivas Computacionales - Creatividad

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUÍA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	¿Que sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	¿Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camino de reflexión	Informe de la misión
Perspectivas computacionales	Creatividad	Emplear el ingenio para resolver problemas propuestos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Utilizar diversas herramientas tecnológicas, según sea la situación o el contexto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Considerar y analizar casos de estudio y si es posible plantear soluciones.					X				
		Utilizar diversas herramientas tecnológicas como medios para expresar la creatividad.	X	X	X	X		X			X

TABLA 19. Perspectivas conceptuales – creatividad. (Elaboración propia)

La Tabla 19 *Perspectivas computacionales – creatividad*; Evidencia que en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, está presente la creatividad, como esa capacidad inherente del ser humano de generar ideas nuevas que modifiquen nuestras representaciones mentales con el fin de resolver problemas o situaciones de forma eficiente y práctica, de generar nuevas formas de representación o de concebir el mundo y nuestras percepciones de modo más apropiado, la cual implica

cinco procesos cognoscitivos: analogías, fluidez, flexibilidad, originalidad e intuición” (Caballero-González, 2019)

En el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje, se encuentran analogías como el robot Dusbot es a Italia como el robot Bahazy es a Colombia, el sistema de medición antropométrico desarrollado por Leonardo Da Vinci; la fluidez cuando se determinan varias propuestas de solución al reto planteado; de flexibilidad en el informe de la misión; la originalidad se demuestra en la propuesta de solución para la recolección y clasificación de residuos sólidos por medio de la implementación de un robot - Bahazy -; la intuición está inmersa en el desarrollo de la guía al determinarse el nivel de contaminación y consecuencias que se generaran a futuro, sino se realiza un manejo adecuado de los residuos sólidos en el presente. Véase Figura 25. Al analizar la tabla 19, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 69,44%.



**Indique a los estudiantes que las respuestas que se dan en los siguientes cuadros serán, tanto de forma individual como colectiva.**

**Por lo anterior, pida a cada estudiante que diligencie la columna izquierda (Mi solución es...) describiendo cómo sería su solución al problema planteado (ejemplo, describir); dé 10 minutos.**

**Luego solicite que socialicen en grupo las soluciones planteadas por cada estudiante y propongan una solución para el grupo al problema; esta se registrará en la columna de la derecha.**

<b>Mi solución es...</b> (Cómo puede solucionar el reto)	<b>La solución del grupo es...</b>

Figura 24. Ejemplo de creatividad. Pagina. 25.

## Perspectivas Computacionales - Impactos Sociales y Éticos

DIMENSIONES DE P.C	COMPONENTES	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	GUIA 1 – DOCENTE GRADO SEXTO								
			PARTE I – Conozcamos el reto			PARTE II - Un reto con muchos desafíos			PARTE III - Enfrentando el desafío		
			Desafío del curso	Que sabes de...?	¡A practicar!	Desafío del estudiante	Agentes, que tanto sabemos de...?	Llamado a expertos	Equipo STEM WORK	Camin o de reflexión	Informe de la misión
Perspectivas computacionales	Impactos sociales y éticos	Entender que implicaciones éticas, legales y sociales se generan con el uso de las herramientas tecnológicas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Entender cómo se utiliza el Copyright de , datos, información, archivos videos, imágenes, música, entre otros; según este tipificado.									
		Entender los derechos de autor, que se aplican a la información en internet.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Utilizar las Tics como uno de los medios de comunicación y colaboración, brindándole un uso adecuado y responsable.		X	X	X	X	X	X	X	X
		Determinar el impacto de la informática y las Tics en la vida de las personas, y su importancia a través de la historia.		X	X	X	X	X	X	X	X
		Identificar y respetar los códigos de ética de las organizaciones relacionadas con el manejo y divulgación de la información.		X	X	X	X	X	X	X	X
		Determinar y respetar los límites sobre el acceso a la información.	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 20. Perspectivas conceptuales – impactos sociales y éticos. (Elaboración propia)

La tabla 20 *Perspectivas computacionales – impactos sociales y éticos*; Muestra que el impacto social y ético con el reto propuesto es positivo por los alcances que se proyectan. A nivel social genera conciencia sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos en el presente, que la sociedad se dé cuenta que se están implementando innovaciones que ayuden a la preservación del medio ambiente en el cual vivimos y vivirán las nuevas generaciones. A su vez el impacto ético que genera el contenido de la guía de aprendizaje, está estructurado para mejorar indirectamente la calidad de vida de nuestra generación y las futuras, es así, que, si se tiene una buena calidad de vida, las personas se relacionaran mejor entre ellas.

Es claro que uno de los objetivos de la guía de aprendizaje es impactar en la sociedad por medio de propuestas de solución mediadas por la robótica educativa como base para una transformación educativa innovadora, que permitan la investigación, prácticas en aulas especializadas, capacitación continua, motivando a desarrollar habilidades y capacidades necesarias para el mejoramiento educativo

de nuestro país. Véase figura 26. Al analizar la tabla 20, encontramos que su aplicación en el desarrollo del modelo de diseño de guía de aprendizaje es de un 80,95%.

Para esto, se busca crear una estrategia que incentive a los 2.431 hogares que aún no realizan el proceso de clasificación de los residuos en sus hogares, razón por la cual buscamos implementar un robot similar al Dustbot<sup>4</sup> que se pueda desplazar por las calles de La Macarena recolectando los residuos clasificados de cada hogar, atendiendo la solicitud de los usuarios por medio del aplicativo móvil.

*Figura 25. Ejemplo de impacto social y ético. Pagina. 7*

El impacto positivo en la conciencia social de los docentes y estudiantes sobre la recolección y clasificación de los residuos sólidos producidos en un determinado sector de la capital bogotana logrando que se active la creatividad para las propuestas de solución a esta problemática. El reto propuesto plantea la necesidad de potenciar la capacidad de reconocer las necesidades y preocupaciones de toda una comunidad, la toma de conciencia social frente a esta problemática ambiental, tiene por objetivo generar conciencia sobre la necesidad de clasificar y reciclar residuos sólidos, evitando la contaminación del aire, del agua, de los suelos y la alteración de los ecosistemas y sus diversas especies, todo lo anterior descrito por “Frank”, el viajero en el tiempo. Véase figura 27.

Para resolver la situación ambiental padecida por Frank, se fijó un reto dividido en 4 desafíos los cuales hacen referencia a cómo solucionar algunos problemas de residuos sólidos en ciertos lugares de la Bogotá actual. Por ello, iniciaremos esta aventura conociendo el barrio La Macarena, que será la zona establecida para el primer desafío, donde habrá una pieza tecnológica que ayudará con la gestión de dichos residuos, en este sector evitando llegar al año 2150 con problemas ambientales. Retomemos la narración y atiende a las pistas que te darán a través de ella:

Con el fin de dar instrucciones precisas, la Ingeniera STEM convocó a los líderes educativos y a los Agentes STEMWORK para definir entre todos, la estrategia que les permitiera resolver el primer desafío y comprender las instrucciones que Frank les dejó. Esto fue lo que les dijo:



Equipo, tenemos una gran misión por cumplir y este es el momento para hallar la primera pieza que nos enseñará el desafío inicial y así, dar un paso hacia Bogofuture. Su Líder educativo tiene la descripción de lo que debemos hacer.

*Figura 26. Ejemplo de impacto social y ético. Pagina. 6*

La guía de aprendizaje, brinda la oportunidad a los docentes y estudiantes de conocer e interesarse más en la función social de la ingeniería, pues tomando como ejemplo la vida y obra de Leonardo Da Vinci como agente referente STEM, como diseñador, constructor y que prueba dispositivos para resolver problemas, que emplea las ciencias y las matemáticas para resolver problemas creativamente, realizando bocetos, modelos, planos para aquellos desafíos que necesitan solución. Se hace reconocimiento a los ingenieros como actores y facilitadores sociales que desarrollan sus capacidades con una conciencia social y comunitaria, siendo el motor, y a veces por muchos desapercibido, que ha impulsado a través de más de diez siglos, el desarrollo tecnológico en nuestra sociedad.

## CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación, en donde se analizó rigurosamente el modelo de diseño de guías de aprendizaje, elaborado por los profesionales del Parque Científico de Innovación Social PCIS– UNIMINUTO en el marco de la propuesta ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics y su relación con el pensamiento computacional, se evidencia que dicha guía de aprendizaje está adaptada y contextualizada apropiadamente, para desarrollar y potenciar componentes propios del pensamiento computacional, a saber; descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos, generalizables en diferentes actividades de resolución de problemas y retos, permitiendo, además, fortalecer habilidades de tipo analítico, científico, matemático, comunicativas y de cooperación, así como, la creatividad y administración de tiempos, lo que consideramos, se constituye en una respuesta efectiva a los nuevos retos y desafíos de los sistemas educativos.

A partir de la revisión bibliográfica de cada uno de los artículos consultados en la presente investigación, se determinan una serie de componentes del pensamiento computacional que son comunes a cada uno de ellos. Tomándose como punto de partida, las dimensiones del pensamiento computacional, propuestas por Karen Brennan y Mitchel Resnick y expuestas ampliamente en su artículo :“Nuevas propuestas para estudiar y evaluar el desarrollo del Pensamiento Computacional” (Brennan, 2012), se determina que en el modelo de diseño de la guía de aprendizaje, se fomenta el desarrollo del pensamiento computacional, ya que al analizar los 909 criterios de evaluación , discriminados en los 15 cuadros correspondientes a los componentes del pensamiento computacional propuestos, se halló que están presentes 732 de los 909 criterios de evaluación, correspondientes a un 80,52% , de los cuales; el componente descomposición se encuentra en un 100%; el componente lógica matemática se encuentra en un 94,44%; el componente análisis y solución en un 93,82%; el componente internet en un 92,57%; el componente abstracción en un 91,44%; el componente datos e información en un 91,35%; el componente colaboración/comunicación en un

84,72%; el componente impacto social en un 80,95%; el componente diseño de algoritmos en un 76,66%; el componente programación en un 70,37%; el componente creatividad en un 69,44%; el componente simulación en un 68,88%; la componente robótica en un 61,11; el componente modelado en un 60,00%; el componente modularización en un 53,96%.

Lo anterior permite determinar que el modelo de diseño de guía de aprendizaje, propone una integración fundamental en la forma en que ocurre el aprendizaje de las diferentes áreas del conocimiento, llevando a los estudiantes a convertirse en creadores y no solamente consumidores en la nueva ola de innovaciones informáticas.

Se identifican posibilidades de generar transformaciones a nivel educativo, laboral y tecnológico, pues se han desarrollado en gran parte, al aporte de la alfabetización digital, la cual cuenta como estrategia el pensamiento computacional, que permite una innumerable cantidad de posibilidades. Según la evaluación el más del 90% relacionados con la resolución de problemas, son abordados en el ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics lo que permite afirmar que se logra al desarrollar habilidades que exigen que el individuo pase de ser un observador, a ser un sujeto que actúa y que a su vez construye.

Como resultado del análisis del modelo de construcción del material pedagógico, la presencia del pensamiento computacional está relacionado con las competencias propias de las matemáticas y ciencias, ya que, sumando los componentes de lógica, análisis y resolución de problemas y abstracción se obtiene más del 90% en los ítems analizados, teniendo en cuenta, que estas competencias no son únicas de las matemáticas, sino que son también la base para la interacción del análisis, y solución de propuestas del contexto real.

Tomando como referente la generación de competencias que permitan la resolución de problemas desde sus tres ejes: el conocimiento conceptual (saber),

su respectiva aplicación (saber hacer), que le permitirá al individuo tener perspectiva para la toma de decisiones (saber ser), demuestran que el pensamiento computacional apoyado en la tecnología, es una estrategia educativa que permite, desarrollar y aumentar las habilidades en los estudiantes para la resolución de problemas, teniendo en cuenta los 15 componentes que fueron analizados en este documento, y donde solo el 40% hacen referencia al conocimiento conceptual y los demás están organizados en el saber hacer y el saber ser.

Si bien en nuestra actualidad vivimos inmersos en fronteras físicas, en pandemias (Covid 19) y el desafortunado aislamiento social físico; el desarrollo del pensamiento computacional, es una herramienta que permite estar interconectados digitalmente. Para ello es necesario formar individuos capaces de potenciar su creatividad y la toma de decisiones.

La implementación del pensamiento computacional les permite a los estudiantes, desarrollar su capacidad de identificar qué aspectos de un problema son susceptibles de computación, que se pueda definir, evaluar técnicas computacionales, herramientas a aplicar, qué herramientas utilizar con sus limitaciones y especificidades, futuras aplicaciones de estas herramientas, nuevos usos del cálculo, nuevas estrategias en cualquier parte del conocimiento, que son las capacidades propias en la sociedad del Siglo XXI.

Desde su presentación a la sociedad científica, el pensamiento computacional ha sido catalogado como una competencia importante en el desarrollo y formación de los jóvenes, Sin embargo, a través de los años ha presentado una variedad de transformaciones conceptuales, lo que le ha llevado a lograr una identificación propia. A su vez, esto ha hecho que se generen diversas afirmaciones dirigidas a promesas, sobre la utilidad del pensamiento computacional, para la solución de cualquier tipo de problema que sea real. Siendo una configuración mental y la forma en que pensamos, se puede aplicar de una manera variada y amplia.

Debido a la rápida propagación que ha tenido el pensamiento computacional en muchos países, no hay que olvidar el pilar fundamental que es la formación docente, para que se logre transmitir de manera eficiente el pensamiento computacional a sus estudiantes, que comprendan como usar conceptos y procesos de la programación, para que sean aplicados en las actividades diarias, permitiéndoles solucionar problemas y replicarlos en nuevos cuestionamientos.

Es claro que el desarrollo del pensamiento computacional, no requiere solamente manejar herramientas y lenguajes , computacionales, requiere de la comprensión de procesos cognitivos propios de este pensamiento, y a su vez, abordarlo desde diversos enfoques metodológicos, por medio de diversas estrategias con enfoques pedagógicos que permitan adquirir habilidades para la resolución de problemas con un nivel de complejidad, incluyen pedagogías deductivas e inductivas cuyo centro sean los modelos computacionales.

La educación STEM despierta en los estudiantes la inquietud de adquirir continuamente conocimiento, cuando logran desarrollar nuevas actitudes. Lo anterior se logra, cuando involucran en su aprendizaje la posibilidad de utilizar herramientas, que les permitan entregar sus propias conclusiones basados en las evidencias. Las situaciones de la vida real son susceptibles de ser interpretadas y solucionadas, dándole el valor a lo que aprenden, por medio de un conocimiento rico en variedad de ciencias, modelos matemáticos, procesos de ingeniería, nuevas tecnologías, diversidad de asignaturas.

El desarrollo de la educación STEM pretende lograr estudiantes con un alto nivel de responsabilidad y crítica, frente a las situaciones vividas mundial y localmente, que les permita realizar aportes positivos en las transformaciones y necesidades del mundo. Sus aportes con conocimientos están enfocados hacia su prosperidad y de las nuevas generaciones. Su participación en la sociedad requiere actividades contextualizadas en el mundo real que los rete, sacándoles de su zona de confort, motivándoles a interesarse por lo que pasa a su alrededor. Tiene similitud con los resultados de esta investigación, la realizada por (Hynes, 2019) La integración de la

ciencia, la tecnología, la ingeniería, y matemáticas (STEM) en la configuración de preuniversitarios, es visto como crítico, en proporcionar oportunidades a los niños para desarrollar conocimientos, habilidades e intereses en estos temas y el asociado en habilidades de pensamiento crítico.

El ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, les permite a los estudiantes desarrollar e implementar actividades para el diseño y la programación. Paralelamente les permite evaluar autónoma y responsablemente los riesgos, la eficiencia de los recursos, y que estos recursos sean innovadores y creativos al momento de implementar el pensamiento computacional para la resolución de problemas. La propuesta es que los individuos se conviertan en creadores competentes y no usuarios expertos. Tiene similitud con los resultados de esta investigación, la desarrollada por (Hutchins, 2018), el aprendizaje sinérgico del pensamiento computacional y STEM ha demostrado ser efectivo para ayudar a los estudiantes a desarrollar una mejor comprensión de los temas de STEM, al mismo tiempo que adquieren conceptos y prácticas de pensamiento computacional. En este documento, se describe el diseño y la implementación de un entorno colaborativo de aprendizaje por modelado desarrollado para las aulas de física de la escuela secundaria.

De acuerdo a la evaluación realizada se puede afirmar que el ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics genera la implementación e integración de ejercicios interactivos para el desarrollo de actividades lúdicas, permitió la manipulación de conceptos y aplicación de operaciones matemáticas en situaciones del contexto real, de manera conectada y desconectada generando motivación frente a la competencia matemática. Tiene similitud con los resultados de esta investigación, la desarrollada por (Torres – Torres, 2019), con la implementación de dos actividades desconectadas, basadas en objetivos generales tales como 1. Introducir y motivar el interés desde una edad temprana en la programación de computadoras. 2. Desarrollar dinámicas de género que eduquen sobre la equidad de género para fortalecer el empoderamiento femenino

en el área STEM. Algunos resultados fueron la participación del colectivo femenino en la construcción de códigos, mejora en la dinámica de la equidad de género en cada actividad y que las niñas crearon códigos más complejos que los hombres.

A nivel social la evaluación de la guía de aprendizaje, genera una puntuación del 80,9% en impacto social, esto se debe a que el modelo de diseño de guía de aprendizaje genera conciencia sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos en el presente, que la sociedad se dé cuenta que se están implementando innovaciones que ayuden a la preservación del medio ambiente en el cual vivimos y vivirán las nuevas generaciones, y esa capacidad de formular, representar y resolver problemas es lo que finalmente se considera como habilidades de P.C. A su vez el impacto ético que genera el contenido del modelo de construcción del material pedagógico está estructurado para mejorar indirectamente la calidad de vida de nuestra generación y de las futuras generaciones.

Es necesario mencionar el impacto ambiental que se logra en el modelo de diseño de guía de aprendizaje, pues el desarrollo de la misma causa un impacto positivo con el manejo responsable de los residuos sólidos. Es claro que el objetivo propuesto por la guía de aprendizaje, es impactar en la sociedad por medio de las propuestas de solución mediadas por la robótica educativa que a su vez mejoran los procesos educativos.

Los modelos pedagógicos innovadores transformaran nuestra educación, por medio de la investigación, practicas innovadoras, implementación de nuevas tecnologías, capacitaciones y demás herramientas como la aplicación de la robótica educativa, motivando a los estudiantes para desarrollar habilidades para la creación y manejo de software, para que se aplique en diferentes entornos educativos. Ha de estar acompañado de pedagogos y profesionales idóneos que transmitan los conocimientos de manera práctica y didáctica, quienes, a su vez, participen en comunidades de investigación.

El ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, evidencia como los docentes por medio de la robótica educativa, logran tener en cuenta las diferentes variables y propósitos de formación desde el currículo, la aplicación de la didáctica, la evaluación de los diferentes tipos de materiales didácticos que se pueden implementar para las actividades propuestas, proyección a futuras competencias gracias a las experiencias vividas. Lo anterior les permitió a los docentes participantes aclarar sobre qué entendían respecto a un ambiente de aprendizaje mediado por la robótica educativa. Tiene similitud con los resultados de esta investigación, lo que manifiestan. (S. Amry, 2019), como resultado de una investigación, sobre los roles del aprendizaje del pensamiento computacional utilizando medios basados en robótica, con la esperanza de encontrar nuevos hallazgos que puedan apoyar el avance de las habilidades del siglo XXI. Aplicada a niños de secundaria, en donde los resultados muestran que el pensamiento computacional al utilizar medios basados en robótica educativa, puede fomentar el interés en el campo STEM, que incluye algunas habilidades como pensamiento creativo, resolución de problemas, aprendizaje colaborativo, pensamiento algorítmico y crítico, abstracción y depuración. Las habilidades son esenciales para que los niños se desarrollen en el siglo XXI, teniendo en cuenta el material de aprendizaje y el enfoque de aprendizaje adecuado.

Se evidencia la falta de instrumentos y métodos sistemáticos que permitan rastrear y evaluar de manera mucho más profunda y precisa el pensamiento computacional, particularmente, desde el enfoque de la evaluación de resolución de problemas por parte de los estudiantes, para de esta manera, poder determinar si las estrategias y metodologías aplicadas son realmente las apropiadas, esto teniendo en cuenta, que el enfoque de evaluación propuesto por Marcos Román González (González, 2015) está orientado es a la programación, de igual manera esa misma necesidad se replica para medir los impactos de la robótica educativa, ya que con esas mediciones será posible avanzar en nuevos desarrollos y estrategias para la enseñanza.

Se sugiere para afrontar estos retos, el diseño de estrategias de formación digital docente, que le permitan el desarrollo de capacidades específicas acordes a las tecnologías que pretenda implementar, y tendientes a propiciar el pensamiento interdisciplinar y creativo propio de las metodologías activas fundamentales, para el desarrollo e implementación de ambientes de aprendizaje.

Las investigaciones analizadas muestran que se cuenta con experiencia documental referente a pensamiento computacional, robótica educativa y STEM, sin embargo, se evidencia vacío en investigaciones donde confluyan las tres, y aún más interesante, es el hallazgo de que no hay propuestas similares a la PCIS - UNIMINUTO con el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics, lo que permite afirmar que , ésta constituye un verdadera y valiosa propuesta de innovación en educación, cuyos alcances aún por determinar, propician ricos escenarios para futuras investigaciones.

## PROPUESTAS DE TRABAJOS FUTUROS

El desarrollo de la investigación: “Evaluación del modelo de diseño de guías STEM MD-Robotics en relación con el pensamiento computacional “, nos ha permitido alcanzar los objetivos propuestos en su realización, lo cual, determina que, en la literatura explorada, se visualiza que el Pensamiento Computacional posee una línea de conocimiento activa, que permite comprender las dinámicas de sus procesos de aprendizaje, de su apropiación y de su profundización.

Tomando como base lo anterior, se plantean propuestas de trabajos a desarrollar:

- Vinculación de diferentes miembros de la comunidad educativa en este tipo de investigación que tenga un enfoque experimental: La carencia de habilidades computacionales hace que sea preocupante en los estudiantes, que se formaran en las ciencias de la computación, siendo la forma propia de este dominio de conocimiento. Para familiarizar la comunidad con el pensamiento computacional, se han de implementar recursos, diversas metodologías y estrategias de programación antes de iniciar la formación a nivel medio técnico. Por ello es importante identificar las competencias mínimas del pensamiento computacional, para que logre un buen desempeño, que se sienta motivado, a su vez, logrando en gran medida evitar pérdida y deserciones de su formación técnica, tecnológica y también profesional.
- Papel del Pensamiento Computacional en el currículo: Su incidencia en el desarrollo de los proyectos Pedagógicos Transversales, permite la reorganización de las prácticas pedagógicas, al integrar saberes que logran desarrollar competencias necesarias para la vida. Dichas prácticas están orientadas a transformar los contextos de su entorno social, cultural, técnico y científico. El pensamiento computacional se convierte en integrador de conocimientos, actitudes, habilidades, destrezas. Según el M.E.N, permiten la integración de saberes necesarios para la vida, nuevas prácticas pedagógicas. Por ello necesita un marco conceptual en diferentes áreas,

generando espacios de reflexión sobre las prácticas y sus contenidos.

- El pensamiento computacional como estrategia se puede vincular al desarrollo de contenidos transversales, ya que presenta características que le permiten ser viable, tales como; las áreas se pueden complementar pues permiten la colaboración, pensamiento crítico, comunicación, solución de problemas, entre otras. Los contenidos hacen referencia a problemas y necesidades sociales, humanas, políticas, didácticas de la actualidad. El contenido tiene un valor de confianza para el manejo de la complejidad, tolerancia a la ambigüedad, comunicación y trabajo en equipo. Deben estar inscrito en el P.E.I del colegio, plan de áreas, plan de aula de las áreas que estén inmersas en su implementación. Lo anterior permitirá el desarrollo del pensamiento computacional.
- Pensamiento Computacional como estrategia en ambientes de aprendizaje STEM como aporte para la flexibilización curricular: El proceso de flexibilización curricular se da anticipando y/o en respuesta a las necesidades de los estudiantes, a partir de la forma en que ven la realidad basada en el respeto por los estudiantes, la excelencia curricular, la flexibilización de la forma de gestionar y organizar ambientes de aprendizaje, las experiencias, las oportunidades de aprendizaje, los procesos de valoración, la evaluación continua y la construcción de comunidad.

Con base en lo anterior, se han de tener en cuenta algunos aspectos importantes; la preparación y disposición de los estudiantes, sus intereses y perfiles de aprendizaje, la modificación de contenidos, procesos producto, modalidades educativas, roles y ambientes de aprendizaje. Consideramos que hay oportunidades, ya que el ambiente de aprendizaje STEM MD-Robotics permite el aprendizaje a partir de las experiencias vivenciales, que logran que el estudiante aprenda desde su propia autogestión.

## Bibliografía

- Arastoopour Irgens, G. D. (2020). Modeling and Measuring High School Students' Computational Thinking Practices in Science. *J Sci Educ Technol* , 137-161.
- Asimov, I. (1950). *Yo, robot*. New York City: Gnome Press.
- Balladares, B. A., & Pérez, N. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: Retos para la educación contemporánea. *Sophia: Colección de Filosofía de la educación*, 143-159.
- Barr, V. y. (2011). Bringing computational thinking to K12: what is involved and what is the role of the computer science education community? . *ACM Inroads*, 48-54.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. New York: Teacher's College Press.
- Brennan, K. &. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *American Educational Research Association*, 1-25.
- C. Ghezzi, M. J. (2003). , *Fundamentals of Software Engineering*. New Jersey: Pearson International.
- Caballero-González, Y. A.-R. (2019). Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica. . *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 18-29.
- Citta, G. G. (2019). The Effects of Mental Rotation on Computational Thinking. *Computers & Education*, 88-102.
- Curasma, R. J.-C. (s.f.). Evaluation of computational thinking in regular basic education: IETP "Jose Obrero" case.
- Devlin, K. (2003). WHY UNIVERSITIES REQUIRE COMPUTER SCIENCE STUDENTS TO TAKE MATH. . *Communications of The ACM*, 37-39.
- García-Peñalvo, F. R. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* , (págs. 19-26). Salamanca, Spain, November.
- Golnaz, I. B. (2020). Modeling and measuring computational thinking practices of high school science students. *Journal of Science Education and Technology*, 137-161.
- González Fernández M. O., F. G. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* .
- González-González, C. S.-F.-M. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. . *Sustainability*.

AMBIENTE DE APRENDIZAJE STEM MD-ROBOTICS Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

- Hazzan, O. (1999). "Reducing abstraction level when learning abstract algebra concepts". *Educational Studies in Mathematics*, 71-90.
- <https://www.csteachers.org>. (2011). <https://www.csteachers.org>. Obtenido de K-12 Computer Science Standards: <https://www.csteachers.org>
- <https://www.iste.org/>. (s.f.). Obtenido de <https://www.iste.org/>
- Huang, H. –Y.–L.–H.–C. (2018). Effects of interdisciplinary robotic play on the computational thinking and STEM skills of elementary students. *Journal of Science Education and Technology*.
- Ioannou, A. . (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 2531–2544.
- J. Cuny, L. S. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. *Unpublished manuscript in progress* .
- Jaipal-Jamani, K. &. (2016). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' SelfEfficacy, Science Learning, and Computational Thinking. . *Journal Of Science Education And Technology*, 175-192.
- Kshitij Sharma, S. P. (2019). Coding games and robots to enhance computational thinking:. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 65-76.
- Kucuk, S. y. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one Robotics instruction. *Computers & Education*, 31-43.
- L. Echeverría, R. C. (2019). Improving the Students Computational Thinking Skills With Collaborative Learning Techniques. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 196-206.
- Londoño, M. y. (2016). *Ruta metodológica*. Bogotá: International Corporations Of Networks Of Knowledge.
- MD, P. C.-U. (2020). *STEM MD Robotics Bogotá: Educación para el Talento Humano del Futuro. Guía 1 para docente*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Papert., S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Pea, G. &. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 38-43.
- Pelar, A. F. (2018). Algorithms, abstractions and iterations: Teaching computational thinking by translating protein synthesis. *The American Biology Teacher*, 21-28.
- Peter J. Rich, G. E. (2019). A Framework for Decomposition in Computational Thinking. In *Innovation and Technology in Computer Science Education . ITiCSE '19*.

- Román-González, M. P.-G.-C.-F. (2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. *Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)*, (págs. 14-16).
- S. Amry, C. B. (2019). Beyond computational thinking: Investigating the roles of CT in the effectiveness of 21st century skills. *ASEE Annual Conference & Exposition*. Surakarta, Indonesia: Universitas Sebelas Maret.
- Sullivan, A. y. (2016). Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines. *Journal Of Research On Technology In Education*, 105-128.
- Sullivan, A. y. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. . *International Journal of Technology and Design Education*, 3-20.
- Valerie J. Shute, C. S.-C. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*.
- Verron., A. L. (2010). A first step towards the use of proper general decomposition method for structural optimization. *Springer Link* , 465–472.
- Weintrop, D. . (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *J Sci Educ Technol*, 127-147.
- Wing, J. (2010). Computational Thinking: What and Why?
- Wing., J. (2006). Computational thinking. *Communications of ACM*, 33-35.
- Wong, G. J. (2018). *Computational thinking and multifaceted skills: A qualitative study in primary schools. in teaching computational thinking in primary education*. Editorial Advisory Board-Ozcinar.
- Zaharin, N. S. (2018). Computational Thinking: A Strategy for Developing Problem Solving Skills and Higher Order Thinking Skills (HOTS). . *International Journal of Academic Research In Business And Social Sciences*.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*.
- Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society*.